

KARELIA AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkötekniikan koulutusohjelma

Hermann Peltola 1001064

TUTKIELMA WAGO 750- SARJAN SOVELTUVUUDESTA ALA-  
KESKUS KÄYTTÖÖN

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2013

Tekijä  
Hermann Peltola

Nimeke  
Tutkielma Wago 750- sarjan soveltuvuudesta alakeskuskäyttöön

Toimeksiantaja  
Proput Oy

### Tiivistelmä

Opinnäytetyössä perehdyttiin Wago 750- sarjan soveltuvuutta rakennusautomaation alakeskus käyttöön. Erityisesti tutkittiin Wago 750- sarjan toimivuutta ilmastoinnin ohjauksessa sekä KNX- väylän liitettävyydestä.

Opinnäytetyön aiheeseen tutustuttiin työnantajan ostamalla Wago 750- sarjan tutustumispaketilla. Työssä tutustuttiin myös Codesys ja ETS4 ohjelmistoihin, joiden avulla ohjelmointi suoritettiin.

Työn tavoitteena oli tutustua ja selvittää mahdollisuutta toteuttaa ilmastointikoneen ohjaus Wago 750- sarjan avulla. Selvitin ja raportoin Wago 750- sarjan sekä ilmastointikoneiden tärkeimpiä ominaisuuksia. Selvitin ja tein ohjeet KNX- väylän liittämistä Wago laiteympäristöön.

Ohjelmointiosio pitää sisällään ohjeet ilmastointikoneen ohjelmoimiseen sekä ohjeet PC valvommon luomiseen.

Kieli

suomi

Sivuja 73

Liitteet 6

Liitesivumäärä 9

Asiasanat

Wago, KNX, Codesys, ETS4, Ilmastointi

Author  
Hermann Peltola

Title  
Thesis about Wago 750-series and its' aptitude towards the usage of substation in building automation.

Commissioned by  
Proput Oy

**Abstract**

The thesis about the Wago 750-series and its' aptitude towards the usage of substation in building automation. The examination concentrated on the Wago 750-series' functionality on air conditioning control and its' connectivity to KNX- channel.

Topic of the thesis was explored by using Wago 750 tryout package which was purchased by the employer. Part of the task was also to explore Codesys and ETS4 programs which enabled the performance of programming.

The target was to explore and solve the possibility to control the air conditioning by using the Wago 750-series. I researched and reported on the Wago 750-series and on the most important features of the air conditioning machine. Explored and created a manual on how to attach the KNX-channel into the Wago's device environment.

The programming chapter includes a manual for programming the air conditioning machine as well as a guide for creating a PC control room.

Language  
finnish

Pages 73  
Appendices 6  
Pages of Appendices 9

**Keywords**

Wago, KNX, Codesys, ETS4, Air conditioning

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	6
2	RAKENNUSAUTOMAATIO .....	6
2.1	Yleistä .....	6
2.2	Automaatiotasot .....	6
2.2.1	Kenttätaso.....	7
2.2.2	Automaatiotasot .....	7
2.2.3	Hallintotasot .....	7
2.3	KNX- väylä .....	8
3	ILMASTOINTI .....	8
3.1	Säädökset .....	8
3.2	Rakenne.....	9
3.2.1	Suodattimet .....	10
3.2.2	Säätöpellit.....	10
3.2.3	Anturit .....	10
3.2.4	Lämmityspatteri .....	10
3.2.5	Lämmöntalteenotto .....	10
3.2.6	Puhaltimet .....	11
3.3	Mittaukset ja ohjaukset .....	11
3.3.1	Ulkolämpötilan mittaus.....	11
3.3.2	Kanavalämpötilanmittaus.....	11
3.3.3	Nestelämpötilanmittaus.....	12
3.3.4	Kanavapainemittaus .....	12
3.3.5	Peltimoottorit .....	13
3.3.6	Venttiilitoimilaitteet .....	13
3.4	Käyttöliittymä .....	13
4	WAGO LAITTEET .....	14
4.1	Yleistä .....	14
4.2	Laitteisto.....	15
4.2.1	Kontrolleri 750–859 .....	15
4.2.2	Digitaalitulokortti 750–402.....	15
4.2.3	Digitaalilähtökortti 750–504 .....	16
4.2.4	Analogiatulokortti 750–459 .....	16
4.2.5	Analogialähtökortti 750–559 .....	17
4.2.6	TP1 Module.....	18
5	ILMASTOINTIKONEEN OHJELMOINTI .....	18
5.1	Kontrollerin ominaisuuksia .....	18
5.1.1	Kontrollerin liittäminen tietokoneeseen .....	18
5.1.2	Kontrollerin liittäminen WLAN:iin .....	20
5.1.3	Visualisoinnin lataus kontrollerille .....	21
5.1.4	Kontrollerin tyhjentäminen .....	21
5.1.5	Kontrollerin tiedostot .....	21
5.1.6	Kontrollerin palautuminen sähkökatkosta .....	22
5.2	Ohjelmoinnin ominaisuuksia .....	23
5.2.1	Kirjaston lisääminen.....	23
5.2.2	Laitekokoonpanon konfigurointi.....	23
5.3	Codesys ohjelmointi.....	25
5.3.1	Auto- Nolla – Manuaali kytkin .....	26

5.3.2	Tulo- ja poistoilmapelti .....	26
5.3.3	Tuloilmansuodatin .....	27
5.3.4	Tuloilmalämpötilan ohjaukset.....	28
5.3.5	Hälytysnäyttö .....	30
5.3.6	Jäätymissuoja .....	30
5.3.7	Kiertovesipumput.....	32
5.3.8	Tulo- ja poistoilmapuhallin.....	33
5.3.9	Viikkokalenteri.....	35
5.3.10	Kaksi nopeuksinen tulo- ja poistoilmapuhallin.....	37
5.3.11	Ohjelmalaatikoiden muuttajat.....	38
6	ILMASTOINTIKONEEN KÄYTTÖLIITTYMÄ .....	39
6.1	Valikon visualisointi .....	40
6.1.1	Yrityksen logon lisääminen.....	40
6.1.2	Navigointi.....	41
6.1.3	Päivämäärä ja kellonaika.....	42
6.2	Ilmastointikoneen visualisointi .....	43
6.2.1	Visualisoinnin lisääminen .....	43
6.2.2	Tulo- ja poistoilmapelti .....	44
6.2.3	Tulo- ja poistoilmapuhaltimet .....	44
6.2.4	Lämmityselementti.....	45
6.2.5	Jäähdytyslementti .....	46
6.2.6	Lämmönsiirrin.....	47
6.2.7	Lämpötilanmittaus.....	48
6.2.8	Suodatin .....	48
6.3	Hälytyslista.....	48
6.3.1	Visualisointi .....	49
6.3.2	Hälytyksien lisääminen .....	52
6.3.3	Hälytyksien linkittäminen visualisointiin .....	53
6.3.4	Hälytyslista kontrollerilla.....	54
7	KNX- VÄYLÄÄN LIITTÄMINEN TP1- MODULEN KAUTTA.....	55
7.1	Konfigurointi.....	55
7.2	Ohjelmointi .....	56
8	POHDINTA.....	62

LIITTEET	Laitteiston tuotekortit
	PID säätimen käyrät ja muuttajat

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Proput Oy Kotkasta. Proput Oy on sähköurakoinnin ja kunnossapidon moniosaaja. Yrityksen toimialueisiin kuuluu uudisrakennusten sähköurakointi, kiinteistöjen sähkösaneeraukset ja kunnossapitopalvelut, tietoverkkoasennukset, kylmäasennukset, väyläpohjaiset kiinteistöjen ohjausjärjestelmät (KNX) sekä teollisuuden sähkö- ja automaatioasennukset.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia Wago:n 750- sarjan automaatiolaitteiden soveltuvuutta automaatiotason alakeskuksien käytössä kiinteistöautomaatiossa. Kiinteistöautomaatioon kuuluu monia tärkeitä osa- alueita. Rajatakseni opinnäytetyöni aihealuetta päätimme työnantajan kanssa keskittyä ilmastointikoneen ohjauksiin sekä tutkia ilmastoinnin vaadittuja ominaisuuksia ja säädöksiä. Työnantajaa kiinnosti myös Wago laitteiston liittäminen KNX- väylään, koska tätä kautta pystytään tekemään kokonaisvaltaisempia projekteja yhdistämällä eri tekniikoita sekä hyödyntämään yrityksen osaamista KNX- väylästä.

Työn tavoitteena oli tehdä ohjekirja työnantajalle, joka sisältäisi monipuoliset ohjeet ilmastointikoneen ominaisuuksista, ohjelmoinnista sekä PC- valvomon tarpeellisista ominaisuuksista. Ohjelmien sekä PC- valvomon tekoon käytetään Codesys ohjelmaa.

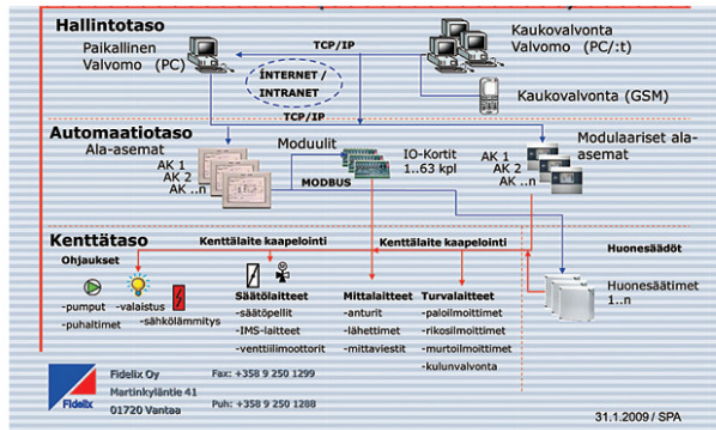
# 2 RAKENNUSAUTOMAATIO

## 2.1 Yleistä

Rakennusautomaatio on työkalu, jolla pystytään vaikuttamaan rakennusten valaistukseen ja sisäilmastoon sekä myös vaikuttamaan paljon kiinteistön turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan kiinteistön teknisiä laitteita sekä pyritään minimoimaan laitteiden kulumisen ja melu, kiinteistön energiankulutus sekä saamaan laitteista paras mahdollinen hyöty. [1.]

## 2.2 Automaatiotasot

Rakennusautomaatiojärjestelmä voidaan jakaa kolmeen eri tasoon. Nämä tasot ovat kenttätaso, automaatiotaso sekä hallintotaso. (Kuva 1).



Kuva 1. Rakennusautomaation tasot [2, s. 94.]

### 2.2.1 Kenttätaso

Kenttätaso pitää sisällään kaikki toimilaitteet ja anturit, jotka ovat ns. kentällä. Eli laitteet, jotka tuovat mittausviestejä tai tarvitsevat ohjausviestejä sijaitsevat kenttätasolla.

### 2.2.2 Automaatiotaso

Automaatiotasolla sijaitsevat alakeskukset, joihin liitetään yksi tai useampi logiikka, mikä pitää sisällään ohjelmistot, joiden avulla rakennuksen automaatiojärjestelmää ohjataan. Kenttäväylältä tuodaan tiedot automaatiotasolle kaapeleita pitkin. Automaatio alakeskukset sijoitetaan tekniseen tilaan, kuten ilmastointikonehuoneeseen tai sähkökeskustiloihin. Keskukseen sijoituksella voidaan helpottaa huoltotöitä sekä vähentämään kaapelointia. [2, s. 99.]

Alakeskukset sijoitetaan valvonta-alakeskukseen, jonne sijoitetaan I/O laitteet, moduuleita, väylämuuntimia, ylijännitesuojia. Keskukseen sijoitetaan myös muuntaja kenttälaitteille sekä 230VAC:n pistorasialueelle ohjelmoimista varten. [2, s. 104–105.]

### 2.2.3 Hallintotaso

Hallintotaso tarkoittaa käytännössä PC- valvomoa, josta käyttäjä pystyy hallitsemaan kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmää käyttöliittymän avulla. PC- valvomot ovat yleensä verkossa, eli järjestelmää pystytään hallitsemaan etäkäytöllä. [2, s. 94.]

## 2.3 KNX- väylä

KNX on kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi, jota käyttämällä nykyaikaisista rakennuksista pystytään saamaan entistäkin nykyaikaisempia. Standardi mahdollistaa eri valmistajien kattavan tuotevalikoiman yhdistämisen ja ohjelmoimisen ETS ohjelmistolla. KNX- tuotteita valvotaan tarkasti, jotta tuotteet toimivat yhdessä hyvin.

Väyläteknikassa laitteet kommunikoivat keskenään. Ilmaisimet ja anturit, esimerkiksi termostaatit ja liiketunnistimet, antavat komentoja väylän kautta toimilaitteille. Toimilaitteet puolestaan ohjaavat talon toimintoja, kuten lämmitystä.

Tiedonsiirto tapahtuu kierretyllä parikaapeliverkolla, langattomasti tai käyttämällä normaalia sähköverkon kaapelointia. KNX- järjestelmässä laitteita ohjataan painikkeilla ja kytkimillä, ohjauspaneelilla tai matkapuhelimella. [3.]

## 3 ILMASTOINTI

### 3.1 Säädökset

Ilmanvaihtojärjestelmä tulee suunnitella ja rakentaa käytön ja käyttötarkoituksen perusteella siten, että se luo toiminnallaan tavallisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston. Ilmanvaihtojärjestelmää on pystyttävä valvomaan ja ohjaamaan käyttöliittymän kautta. Järjestelmään on asennettava mittauslaitteet tai mittausmahdollisuus tärkeimpien mittausarvojen seuraamiseen ja toiminnon valvontaan. Ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan säätö-, ohjaus- ja valvontalaitteilla, joiden avulla pystytään seuraamaan ja ohjaamaan järjestelmän toimintaa.

Lämmitys- ja jäähdytyspattereiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit. Myös lämmöntalteenoton ulko-, tulo-, poisto- ja jäteilmavirtaan tarkoituksenmukaiseen paikkaan asennetaan lämpömittarit. Ilmansuodattimille tulee asentaa paine-ero mittausanturit. Kun ilmanvaihtojärjestelmässä käytetään kostutusosaa, niin sen jälkeiseen kanavaan tulee tehdä mittausyhde kosteuden mittausta varten.

Mittauslaitteet asennetaan paikkaan, missä ne ovat helposti luokse pääsevissä sekä luettavissa ja niiden luokse on esteetön pääsy. Järjestelmä on suunniteltava siten, että ko-





### **3.2.1 Suodattimet**

Suodattimien tehtävänä on poistaa epäpuhtauksia ilmasta. Lika voi olla monenmuotoista. Kiinteää likaa ovat pöly, savu sekä hiukkaset. Kaasumaista likaa ovat tupakansavu, häkä sekä hiilidioksidi. Suodatin voi olla mekaaninen, kemiallinen tai sähköinen. Suodattimet vaativat vaihtoa likaantuessa. Vaihtoa valvotaan paine-ero mittauksella. [6, s. 67.]

### **3.2.2 Säätöpellit**

Ilmastointikone, jossa on pyörivä lämmönsiirrin sisältää tulo- ja poistoilmapellit. Niiden avulla ohjataan tulo- ja poistoilmaa. Useimmiten peltien ohjaus toimii kokonaan kiinni/auki ohjauksella. [6, s. 64.]

### **3.2.3 Anturit**

Antureita tarvitaan ilmastointikoneen toiminnan valvontaan, ohjaukseen sekä säätöön. Ilmastointikone tarvitsee lämpötila-antureita, joiden avulla mitataan mm. tulo- ja poistoilmaa. Suodattimen valvontaan tarvitaan paine-ero anturia. Erilaisia erikoisantureita voidaan käyttää ilmastoitavan tilan tarpeen mukaan. [6, s. 115 - 120.]

### **3.2.4 Lämmityspatteri**

Tuloilmaa pystytään lämmittämään lämmityspatterilla. Ilmastointi ei ole ilmastoitavan tilan lämmitysmuoto vaan sitä lämmitetään vedon tunteen poistamiseksi. Nestekiertoisen lämmityspatteri tarvitsee jäätymissuojan, joka valvoo lämmityspatterin vedenlämpötilaa ja ohjaa tarpeen tullen lämmityspatterin pumppua sekä venttiiliä. [6, s. 82.]

### **3.2.5 Lämmöntalteenotto**

Lämmöntalteenotto perustuu poistoilmasta otettavaan lämpöiseen ilmaan, josta lämpöä siirretään tuloilmaan. Pyörivässä lämmönsiirtimessä pyörii lavallinen kiekko, mikä ottaa poistoilmasta lämmintä ilmaa tuloilmapuolelle. Lämmöntalteenotolla pienennetään huomattavasti lämmityskustannuksia. Lämmönsiirtimet on varustettu omalla ohjauskeskuksella, johon tuodaan ohjaustieto sekä syöttö ryhmäkeskukselta. Ohjaustieto tuodaan

alakeskukselta. Lämmönsiirrin voi toimia vain kun tulo- ja poistoilmapuhaltimet ovat käynnissä. [6, s. 7 - 10.]

### **3.2.6 Puhaltimet**

Tulo- ja poistoilma puhaltimien tehtävänä on siirtää paineistettua ilmaa ilmastointikanavia pitkin. Puhallinta valittaessa tulee ottaa huomioon ilmastoinnilta vaadittavat ominaisuudet. Näitä ovat tilavuusvirta, ääni, hyötysuhde, tilantarve sekä ominaiskäyrän muoto. Puhaltimet ovat oikosulkumoottoreita, joita ohjataan taajuusmuuttajien avulla. Taajuusmuuttajan tehtävänä on ohjata puhaltimien pyörimisnopeutta. Taajuusmuuttajille tuodaan käyttöliittymästä nopeustietoja. Moottori pyörittää hihnan avulla puhallinta, jota valvotaan paine-ero anturilla. [6, s. 91.]

## **3.3 Mittaukset ja ohjaukset**

### **3.3.1 Ulkolämpötilan mittaus**

Ulkolämpötilan mittaus on tärkeä osa ilmastoinnin säätöä. Se sijoitetaan ulkoseinälle, pohjoisen tai luoteen puoleiselle seinälle. Tavoitteena on saada anturi sijaintinsa puolesta varjoisaan paikkaan. Sijoituskorkeus tulee olla vähintään 2,5 metriä, tällä korkeudelle suojataan anturia ilkivallalta sekä vahingoittumiselta. Liian ylös anturia ei kuitenkaan saa laittaa, koska sitä on päästävä huoltamaan tarvittaessa. Anturia ei asenneta paikkaan, jossa on lämpövuotoja tai ilmavirtauksia. Tällaisia paikkoja on aurinkoinen seinä, syvennykset, ikkunan ja oven päällys, jäähdytyskoneen lauhduttimien läheisyys sekä poistoilma-aukkojen läheisyys. Ulkolämpötila-anturin kaapelia tuodessa seinästä läpi on läpivienti tiivistettävä huolellisesti. [7, s. 2 - 6.]

### **3.3.2 Kanavalämpötilanmittaus**

Kanavalämpötilanmittausta käytetään ilmastointikoneessa mittaamaan tulo- ja poistoilmanlämpötilaa. Tuloilmanlämpötilalla ohjataan ilmastointikoneen ilman lämmitystä ja jäähdytystä. Kanavalämpötilaa mitattaessa tulee mittaasanturi sijoittaa kanavaan siten, että anturin mittaava osa sijoittuu kanavassa tapahtuvan virtauksen keskelle sekä kohtaan missä on nopein ja pyörteisin virtaus. Lämmönlähteen läheisyyteen asennettu antu-

ri tulee suojata lämpösäteilyä vastaan. Minimietäisyys säteilykohtaan on tyyppikohtainen. Kuitenkin suositellaan, että etäisyys olisi vähintään 1,5 metriä.

Keskiarvoantureita käytetään suurissa yli 1500mm leveissä kanavissa. Niissä tarvitaan sauva- antureita, joiden pituudessa on otettava huomioon myös kanavan eristeet, jotta mittaus saataisiin mahdollisimman keskelle. Liitoksen anturin ja kanavan välissä tulee olla kanavalle asetetun tiiviysluokan mukainen. [7, s. 2 - 6.]

### **3.3.3 Nestelämpötilanmittaus**

Nesteidenlämpötilaa mitattaessa käytetään anturissa suojataskua. Suojataskujen ja anturien tulee olla vähintään saman painekestoisuuden omaavia kuin mitattava putkisto. LVI- sovellutuksissa käytetään paineluokkaa PN6 tai PN10. Mittausanturin mittaus kohta tulee asentaa mahdollisimman lähelle putken keskilinjaa. Suositeltava sijoituspaikka on putkimutka. Nestelämpötilamittauksissa käytetään anturipuikkoa, jonka upotussyvyyden on oltava suurempi kuin anturin mittaavan osan pituus. Puikko saa olla maksimissaan 50 % mitattavan putken halkaisijasta.

Jäätymissuoja- anturi sijoitetaan ilmastointikoneen lämmityspatterin alareunaan ripaputkeen paluuvesipuolelle ilmanmassavirran kohdalle. Anturia valittaessa tulee ottaa huomioon se, että anturin koko ei saa ylittää patterivalmistajan ilmoittamia enimmäismittoja. Jäätymissuoja anturia asennettaessa tulee ottaa huomioon, että anturia ei saa asentaa patterin ilmaus- tai tyhjennysyhteisiin. [7, s. 2 - 6.]

### **3.3.4 Kanavapainemittaus**

Ilmakanavaan asennettavien paine-eroanturien avulla voidaan valvoa suodattimen likaisuutta sekä puhaltimien hihnan toimintaa tarvittaessa. Asennettavien antureiden läpivienneissä käytetään mittayhteitä, joilla pystytään saavuttamaan kanavistolle asetettu tiiviysluokka. Paine-ero mittauksen sijoituspaikka on tärkeää mahdollisten virhearvojen estämiseksi. Anturinsijoituspaikka tulee olla etäällä virtausta häiritsevistä rakenteista, kuten venttiileistä, mutkista ja haaroista. Etäisyys tulovirtauksesta on oltava vähintään 5 kertaa kanavan halkaisijaa ja etäisyys poistovirtaukseen 2 kertaa kanavanhalkaisija. [7, s. 2 - 6.]

### **3.3.5 Peltimoottorit**

Peltimoottoreita käytetään ohjaamaan peltien avautumista. Peltimoottorit sijoitetaan suoraan pellin akselille ja kiinnityskisko laitetaan kanavan kylkeen. Pellin ja peltimoottorin yhteensopivuus on tarkistettava aina tarpeeksi ajoissa. Kiinnityksessä tulee ottaa huomioon että asennonosoitin sekä käsiohjaus jäävät helposti luokse pääseviksi. Toimisuunta tarkastetaan vasta käyttöönotossa. Toimilaitteessa oleva osoittava asteikko asennetaan niin että se näyttää asennon oikein pellin asentotilanteen mukaan. [7, s. 7 - 10.]

### **3.3.6 Venttiilitoimilaitteet**

Venttiilitoimilaitteilla ohjataan lämmityksen patterinventtiiliä sekä mahdollisesti jäähdytyksen patterinventtiiliä. Toimilaitteet asennetaan tiukasti venttiiliin. Käyttöönottaessa tulee varmistaa venttiilitoimilaitteen ja venttiilin yhteensopivuus. Toimilaite tulee asentaa venttiiliin niin, että käsiohjaukseen pääsee käsiksi ja asennonosoitin on näkyvisä. [7, s. 7 - 10.]

## **3.4 Käyttöliittymä**

Käyttöliittymä on erilaisten ohjelmistojen ja käyttäjän sekä laitteiden välinen kommunikointi väline. Käyttäjä pystyy hallitsemaan erilaisten käyttöliittymien kautta kiinteistön teknisiä järjestelmiä. Käyttöliittymän tarkoituksena on tuoda käyttäjälle tietoa kiinteistön tapahtumista, olosuhteista, teknisistä prosesseista sekä tapahtumista helposti ymmärrettävässä muodossa. Käyttöliittymän välityksellä käyttäjä voi valvoa, seurata ja tarvittaessa ohjata kiinteistön automaatiojärjestelmien toimintaa. Käyttöliittymä määrittää ohjelmistojen, käyttölaitteiden, päätelaitteiden ja käyttöohjeiden avulla kokonaisuudeksi, joiden avulla käyttäjä pystyy helposti kommunikoimaan järjestelmän kanssa. [8, s. 1 - 2.]

## 4 WAGO LAITTEET

### 4.1 Yleistä

Wago automaatiolaitteilla pystytään tekemään monipuolisia ohjelmistoja kiinteistöjen ja teollisuuden haastaviin ympäristöihin. Wago on tehnyt valmiita monipuolisia ohjelmisto kirjastoja käyttäjilleen, mikä vähentää ohjelmien tekovaiheessa ohjelmavirheitä sekä aikaa. Ohjelmoimiseen käytetään Codesys ohjelmointiohjelmaa.

Codesys ohjelmiston avulla määritetään Wago 750- sarjan laiteympäristön kokoonpano. Codesys on lyhenne sanoista Controller Development System. Codesys ohjelmiston on kehittänyt saksalainen 3S- Smart software Solutions. Codesys pitää sisällään viisi erilaista ohjelmointikieltä, jotka ovat IEC 61131-3 standardin mukaisia. Näitä ovat Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Instruction List (IL), Structured Text (ST) sekä Sequential Function Charts (SFC). Uusin Codesys ohjelmistoversio on 3.0, mutta Wago 750- sarja ohjelmoidaan versiolla 2.3.

Wago automaatiolaitte pystytään liittämään yhteen monen eri väylätekniikan kanssa. Opinnäytetyössä käytetään liityntänä KNX- väylää. Tuetut väylät löytyvät kuvasta 9.



Kuva 9. Tuetut väylät [15.]

KNX- standardi mahdollistaa valmistajien tuotteiden ohjelmoimisen ja yhdistämisen yhdellä työkalulla. Työkaluna toimii ETS ohjelma, joka on valmistajasta riippumaton käyttöönotto- ja suunnittelutyökalu. Sen avulla voidaan suunnitella, ohjelmoida ja määrittää rakennusten ja kotien älykkäitä ratkaisuja hyödyntäen KNX- tuotteita. Uusin ohjelmistoversio markkinoilla on ETS4. [3.]

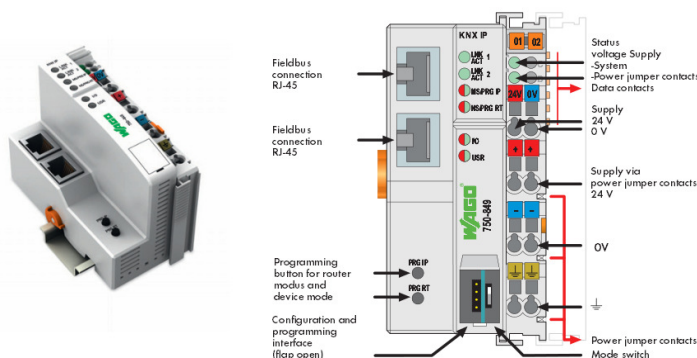
Wago Ethernet Settings ohjelman avulla konfiguroidaan kontrolleri. Ohjelmistolla voidaan määrittää laitteen IP osoitteet, sisäisen kellon ominaisuudet sekä ominaisuudet liittyen väyläliitännöihin. Wago kontrolleri pitää sisällään sisäisen web serverin, jonka kautta pystytään konfiguroimaan sekä hallitsemaan systeemiä. Yhteydenotto sisäiseen web serveriin löytyy kohdasta 5.1.1. Seuraavassa kohdassa käydään läpi kohdelaitteisto.

## 4.2 Laitteisto

Työnantaja osti Wago 750- sarjan tutustumispaketin, mikä sisälsi tarvittavien ohjelmien lisäksi KNX IP kontrollerin (750–849), 4- tuloa sisältävän digitaalitulokortti (750–402), 4- lähtöä sisältävän digitaalilähtökortti (750–504), muuntajan (787–602), TP1 module KNX- väylän liittämiseen (753–646) sekä päätykortin (750–600). Lisäksi lainasin koululta 4- tuloa sisältävän analogiatulokortin (750–459) sekä 4- lähtöä sisältävän analogialähtökortin (750–559). Näiden avulla pystyin rakentamaan, ohjelmoimaan ja testaamaan alakeskuskäyttöön tarvittavia ominaisuuksia sekä suorittamaan KNX väylään liittymisen.

### 4.2.1 Kontrolleri 750–859

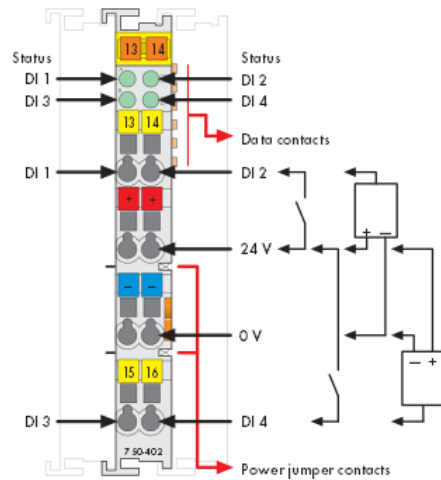
Kontrolleri tarvitsee toimiakseen 24V jännitteen. Jännite tuodaan syöttöliittimiin 24V (+) ja 0V (-). Kontrolleri sisältää paljon erilaisia merkkilamppuja, mitkä kertovat missä tilassa kontrolleri on. Kontrolleria pystytään ohjelmoimaan kahdella eri tapaa. Ohjelmoidessani käytin laitteiston mukana tulevaa USB- kaapelia, mutta kontrolleria voidaan ohjelmoida myös RJ45- liittimin varustetulla kaapelilla. Kontrollerin muisti on suuruudeltaan 512kbit. Tulo- ja lähtökortit yhdistetään kontrolleriin kontrollerin oikeassa laidassa olevilla navoilla. Laitteen liittimet on esitelty kuvassa 3.



Kuva 3. Kontrolleri [9.]

### 4.2.2 Digitaalitulokortti 750–402

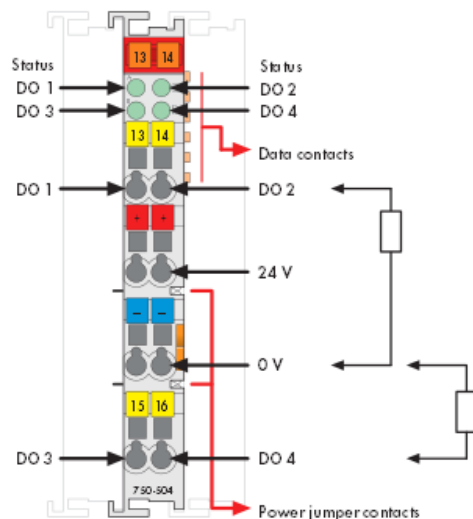
Digitaalitulokorttiin voidaan tuoda erilaisilta kytkimiltä neljä kappaletta 0/1 tietoja. Kuvassa 4 on digitaalikulokortin liittimet. Tulon ollessa päällä, syttyy tulon oma merkkilamppu. Tulotietoina voi olla esim. hälytystietoja tai käynnistystietoja.



Kuva 4. Digitaalitulokortti [10.]

#### 4.2.3 Digitaalilähtökortti 750-504

Digitaalilähtökortilla voidaan ohjata neljää eri 24V toimilaitetta. Ilmastointikoneessa tulo- ja poistopeltejä ohjataan digitaalilähtökortilla. Kuvassa 5 on digitaalilähtökortin liittimet. Toimilaitteelle tieto vietään kahdella johtimella. Kortti pitää myös sisällään merkkilamput jokaiselle lähdölle.



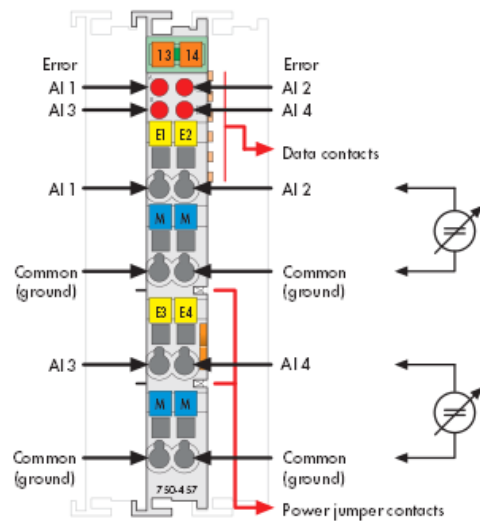
Kuva 5. Digitaalilähtökortti [11.]

#### 4.2.4 Analogiatulokortti 750-459

Analogiatulokortissa on neljä kanavaa, mitkä lukevat antureilta tulevia tietoja. Ohjelmoinnissa tieto skaalataan oikeaan muotoon. Kuvassa 6 on esitelty analogiatulokortin



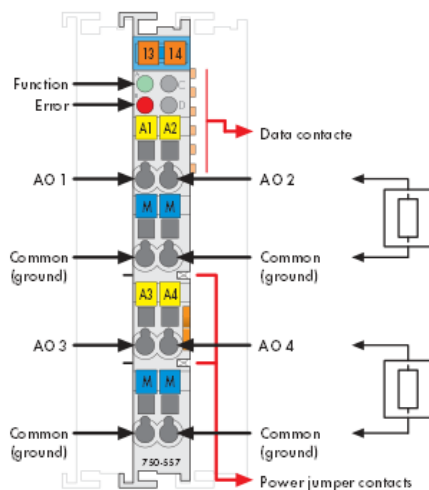
liittimet. Analogiatulokortin merkkilamput kertovat kunkin kanavan mahdollisen häiriön.



Kuva 6. Analogiatulokortti [12.]

#### 4.2.5 Analogialähtökortti 750-559

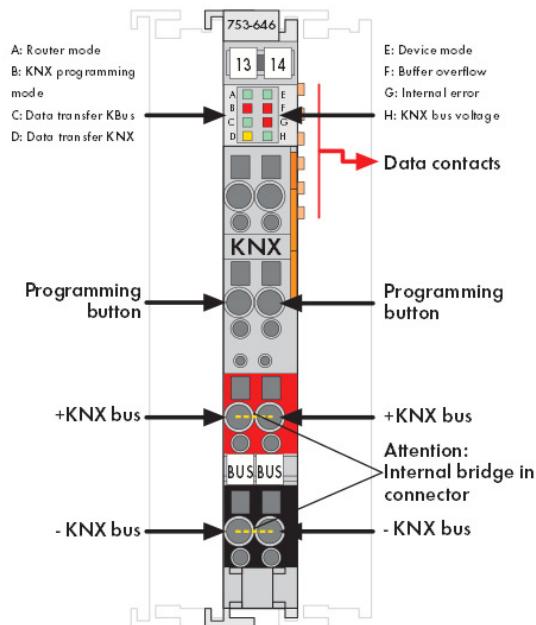
Analogialähtökortilla ohjataan analogisella jännitetiedolla. Ilmastointikoneessa lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen ohjaustieto viedään analogisena jännitetietona. Liittimet ovat esitelty kuvassa 7.



Kuva 7. Analogialähtökortti [13.]

#### 4.2.6 TP1 Module

KNX väylään liitytään TP1 Modulen (750–646) kautta. Väylän kaksiparinen johdin tuodaan punaiseen (+) sekä mustaan (-). Modulen liittimien tiedot löytyvät kuvasta 8.



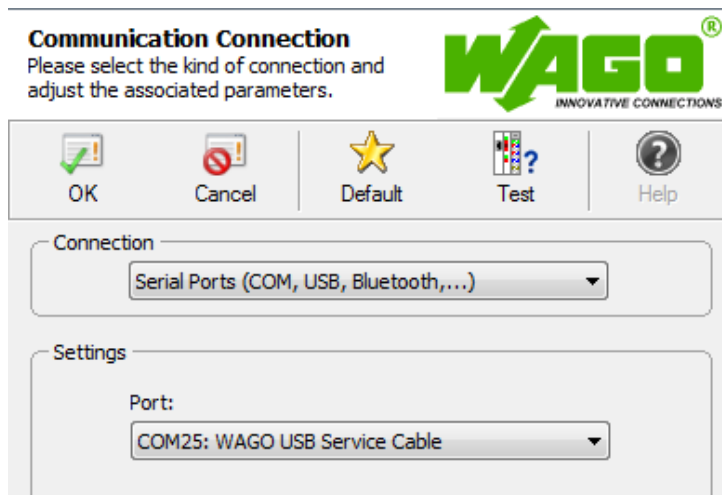
Kuva 8. TP1Module [14.]

## 5 ILMASTOINTIKONEEN OHJELMOINTI

### 5.1 Kontrollerin ominaisuuksia

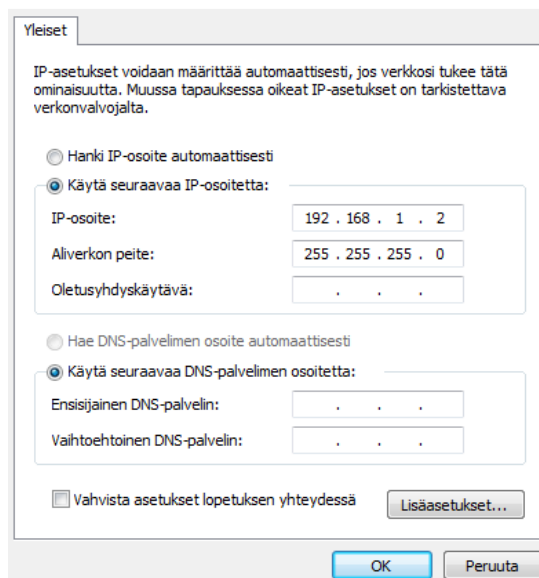
#### 5.1.1 Kontrollerin liittäminen tietokoneeseen

Kontrolleria liitettäessä tietokoneeseen tulee kontrollerin ja tietokoneen välille kytkeä Wago USB kaapeli. Kontrollerin löytämiseksi tarvitaan Wago Ethernet Settings ohjelmaa, jonka avulla tietokone löytää kontrollerin. USB kaapelia käytettäessä yhteyden saa helpoiten menemällä ohjelmassa Settings kohtaan, josta valitsee Communication ja sieltä valitsee portin, jonka tietokone löytää automaattisesti. Tämän jälkeen painaa OK painiketta ja ohjelma alkaa etsiä kontrolleria. Tämän jälkeen kontrolleriin on mahdollista ladata Codesys ohjelmalla tehtyjä automaatio-ohjelmia. (Kuva 10).



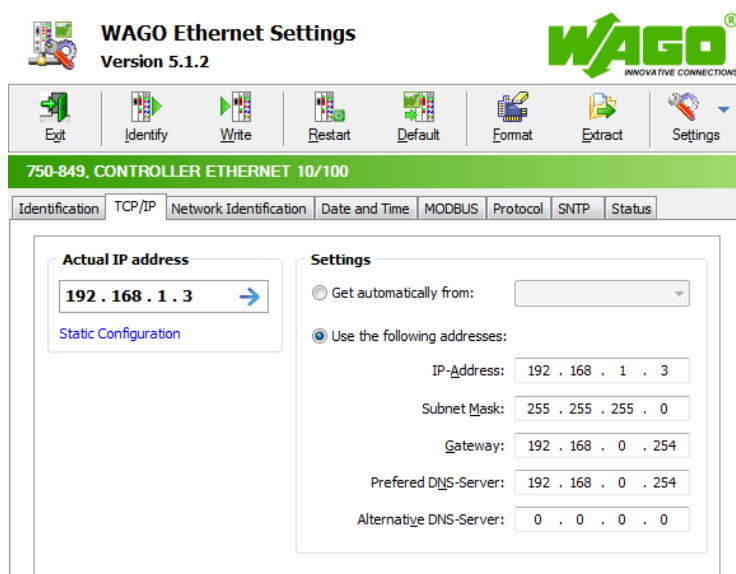
Kuva 10. Wago Ethernet Settings

Kontrollerin käyttöliittymän hallitsemiseen kontrolleri tulee liittää tietokoneeseen RJ45 liittimin varustetulla kaapelilla. Tähän tarvitset tiedon tietokoneesi IP- osoitteestasi, jotta kontrollerille voidaan antaa seuraava vapaa osoite. Oman tietokoneesi osoitteen löydät verkkoasetuksistasi. Kuvassa oman tietokoneen IP- osoite on 192.168.1.2. (Kuva 11).



Kuva 11. Tietokoneen IP- osoitteen haku

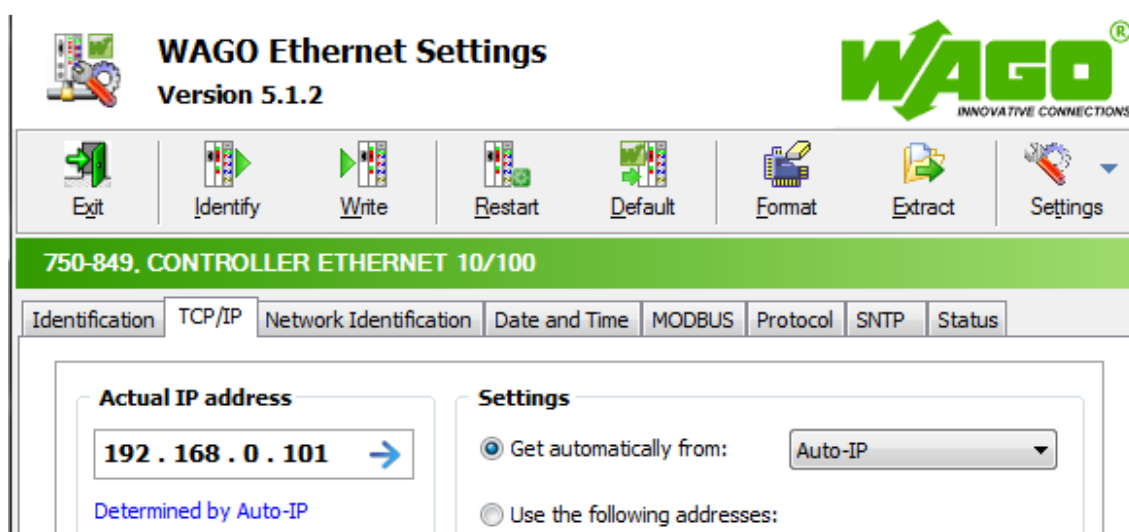
IP- osoitteen selvittäessä tulee WAGO Ethernet Settings ohjelmaan määrittää seuraava vapaa IP- osoite kontrollerille eli tässä tapauksessa se olisi 192.168.1.3. Se laitetaan TCP/IP välilehdellä olevaan kenttään. Kenttään pystyy laittamaan osoitteen painamalla *Use the following addresses* kohtaa. Tämän jälkeen painetaan Write ja sen jälkeen käyttöliittymä on käytettävissä nettiselaimessa asetetulla IP- osoitteella. (Kuva 12).



Kuva 12. IP- Osoitteen määrittäminen

### 5.1.2 Kontrollerin liittäminen WLAN:iin

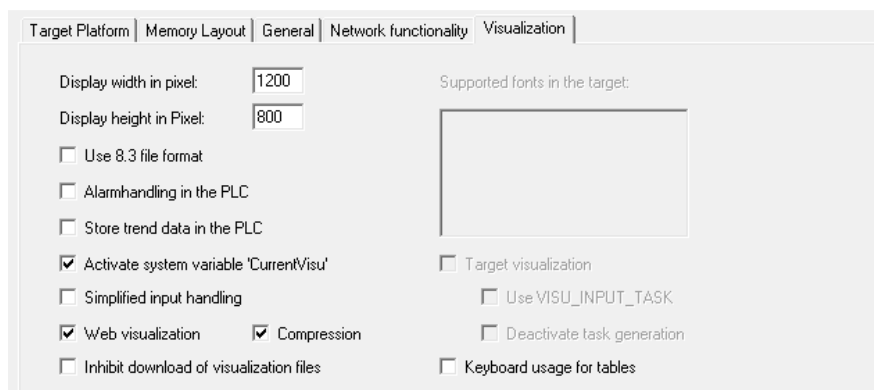
Kun kontrollerin käyttöliittymää halutaan ohjata langattomasti, esim. tabletin kanssa, tulee kontrolleri liittää WLAN modeemiin RJ-45 liittimin varustetulla kaapelilla. Näin kontrolleri on langattomassa verkossa ja siihen voidaan ottaa yhteys tietämällä kontrollerin IP- osoite. IP- osoite saadaan selville WAGO Ethernet Settings ohjelmasta. Toisin kuin liittäessä kontrolleri tietokoneeseen suoraan tulee asetuksista valita *Auto- IP* kohta. Tämän jälkeen painettaessa Write, ohjelma antaa uuden IP- osoitteen *Actual IP address* kohtaan. IP- osoitteen voi kirjoittaa nettiselaimen tai vaihtoehtoisesti painaa ohjelmassa olevaa nuolta ja nettiselain avautuu ja päästään kontrollerin käyttöliittymään. (Kuva 13).



Kuva 13. IP- osoitteen haku

### 5.1.3 Visualisoinnin lataus kontrollerille

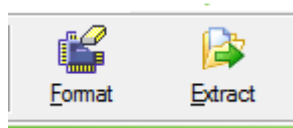
Ohjelmassa tulee valita muutama asetus, jotta ohjelma lataisi tehdyn visualisoinnin kontrollerille. Visualisoinnin ominaisuuksiin pääsee *resources* valikon *target settings* kohdasta. Kuvassa. olevat kohdat tulee olla valittuja, jotta ohjelma ymmärtää ladata myös visualisoinnit kontrollerille. (Kuva 14).



Kuva 14. Visualisoinnin ominaisuudet

### 5.1.4 Kontrollerin tyhjentäminen

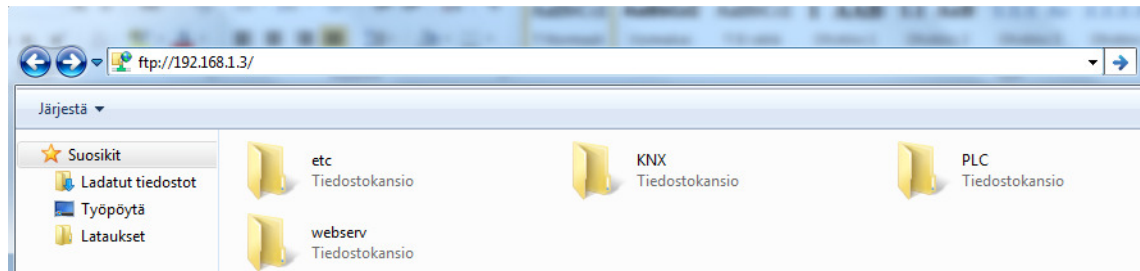
Kontrollerin pystyy puhdistamaan kokonaan puhtaaksi tiedostoista käyttämällä Wago Ethernet Settings ohjelmaa. Ensiksi painamalla *Format* painiketta ohjelma tyhjentää kontrollerin kaikista visualisoinneista ja ohjelmista. Sen jälkeen tulee painaa *Extract* painiketta, joka palauttaa aloitustiedoston kontrolleriin, jonka avulla pystytään taas lataamaan uudet ohjelmat kontrollerille. (Kuva 15).



Kuva 15. Kontrollerin tyhjentäminen

### 5.1.5 Kontrollerin tiedostot

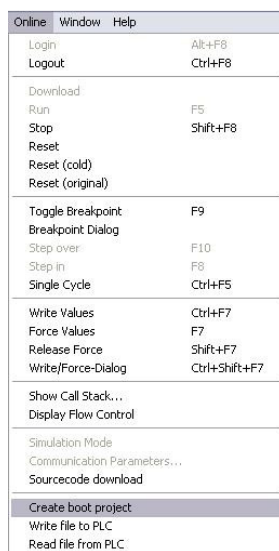
Kontrollerin tiedostoja pystyy katsomaan ottamalla yhteys kontrollerin FTP palvelimeen. Yhteyden muodostus tapahtuu helposti, tulee tietää kontrollerin IP- osoite ja kirjoittaa se muotoon esim. ftp://192.168.1.3/ kansion paikka kohtaan. (Kuva 16).



Kuva 16. FTP palvelin

### 5.1.6 Kontrollerin palautuminen sähkökatkosta

Kontrolleriin saa tehtyä ”boot projektin”, jolla kontrolleri sähkökatkon tullessa käynnistää itsensä toiminta tilaan. Boot projektin puuttuessa kontrolleri käynnistyy aina stop tilaan. Ilman tätä ominaisuutta sähkökatkon sattuessa joutuisi menemään asiakkaan luokse ja laittaa kontrolleri run asentoon Codesys ohjelman avulla. Boot projektin lisäksi kontrollerissa tarvitsee vielä painaa kontrollerin luukun alta oleva nappula yläasentoon. Luukku on sama minne ohjelmointikaapeli laitetaan. Boot projekti tehdään silloin, kun kirjaudutaan kontrolleriin. *Online* välilehdeltä löytyy kohta *Create boot project*, tätä painettaessa ohjelmaan tulee ikkuna, missä näkyy boot projektin lataus kontrollerille. (Kuva 17).

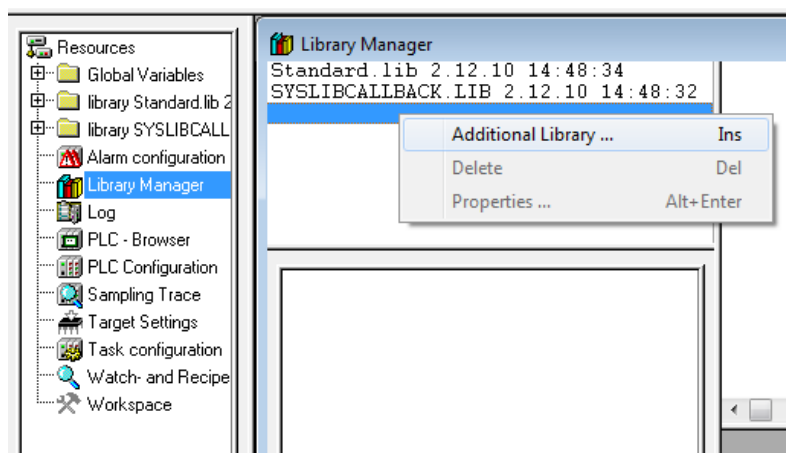


Kuva 17. Boot project

## 5.2 Ohjelmoinnin ominaisuuksia

### 5.2.1 Kirjaston lisääminen

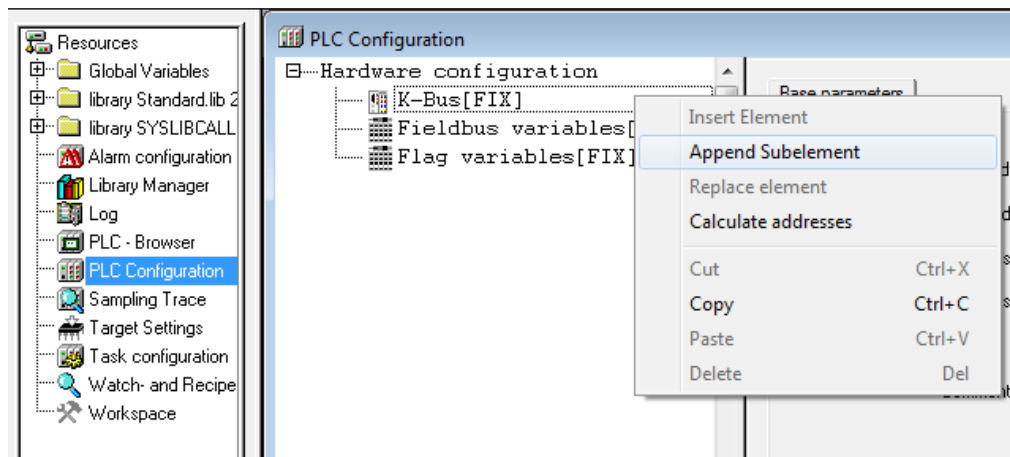
Codesys ohjelmaan pystyy lisäämään useita eri kirjastoja, mitkä pitävät sisällään erilaisia valmiita ohjelmalaatikoita. Kirjastot ovat .lib tiedostoja ja niitä voi löytää Wagon kotisivuilta. Ilmastointikoneen ohjelmalaatikat ja visualisoinnit löytyvät yhden kirjaston takaa. Kirjaston nimi on Building\_Hvac\_01.lib ja sieltä löytyy tärkeimmät ohjelmalaatikat koskien ilmastointia sekä lämmitystä. Kirjasto lisätään Codesys Resources välilehdeltä ja sieltä mennään kohtaan *Library Manager*. Uudessa projektissa on aina valmiina muutama peruskirjasto, joista löytyy erilaisia tavallisia valmiita ohjelmalaatikoita. Valitsemalla valmiiden kirjastojen alla oleva tyhjä rivi ja painamalla hiiren oikeaa painiketta avautuu valikko, josta valitaan *additional library*. Tämän jälkeen aukeaa hakemisto, mistä etsitään haluttu kirjasto. Lisäämisen jälkeen uusi kirjasto ilmestyy listaan ja sen valitsemalla pystyy katsomaan mitä ohjelmalaatikoita kirjasto pitää sisällään sekä siellä on myös kerrottu jokaisen ohjelmalaatikon muuttujan tehtävä. (Kuva 18).



Kuva 18. Kirjaston lisääminen

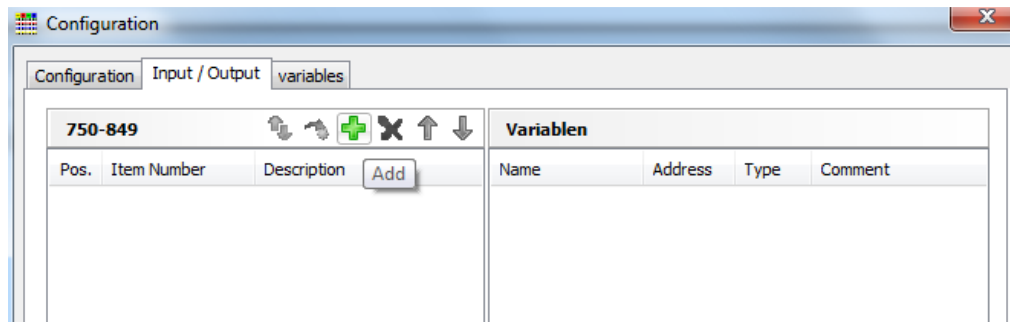
### 5.2.2 Laitekoonpanon konfigurointi

Laitekoonpano konfiguroidaan Codesys ohjelmassa päävalikon *PLC Configuration* kautta. Uutta projektia aloittaessa ohjelma kysyy automaattisesti kontrollerin tyyppin. Ohjelmassa tulee lisätä tulo- ja lähtökortit, jotta ohjelmisto voi kontrollerissa toimia oikein. *PLC configuration* päävalikosta valitaan *K-Bus* ja sitä painetaan hiiren oikealla ja päästään valikkoon, josta valitaan *Append Subelement*. (Kuva 19).



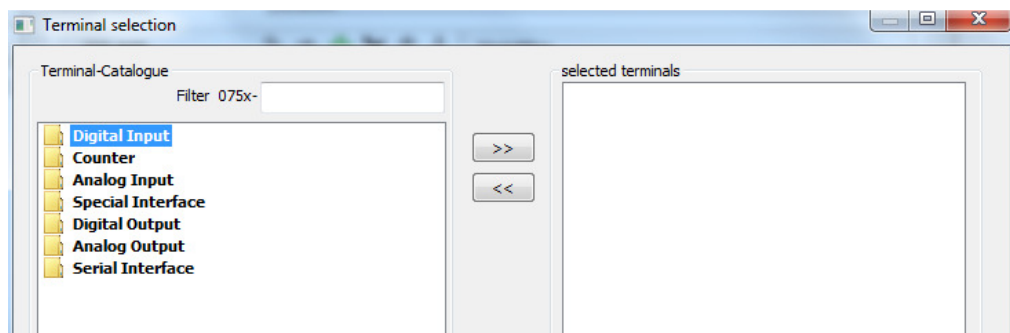
Kuva 19. Laitekoonpanon konfigurointi

Aukeaa ikkuna, josta päästään hallitsemaan laitekoonpanoa. Tulo- tai lähtökortin pysyy lisäämään painamalla + painiketta. (Kuva 20).



Kuva 20. Laitteen lisäys

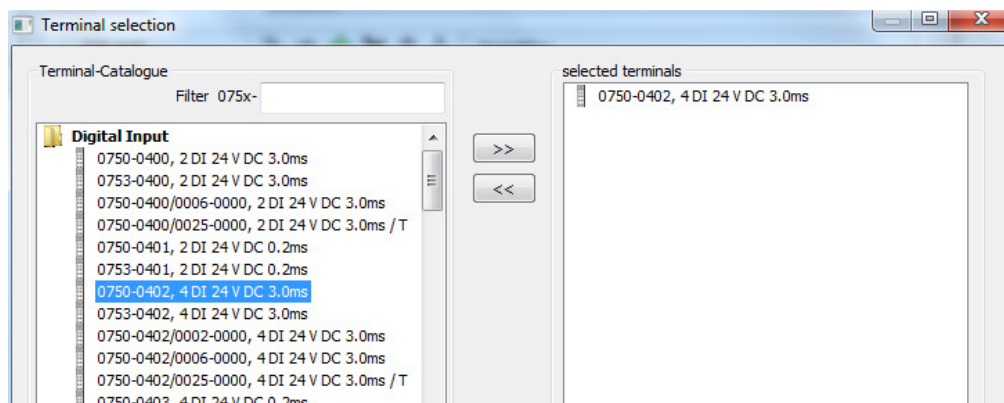
Tämän jälkeen päästään katalogiin, josta tulee etsiä tarvittavat tulo- tai lähtökortit. Ikkunan ylälaudassa *Filter 075x-* kohdalla voidaan etsiä laitetta tyyppikoodin mukaan. (Kuva 21).



Kuva 21. Laitteen etsiminen

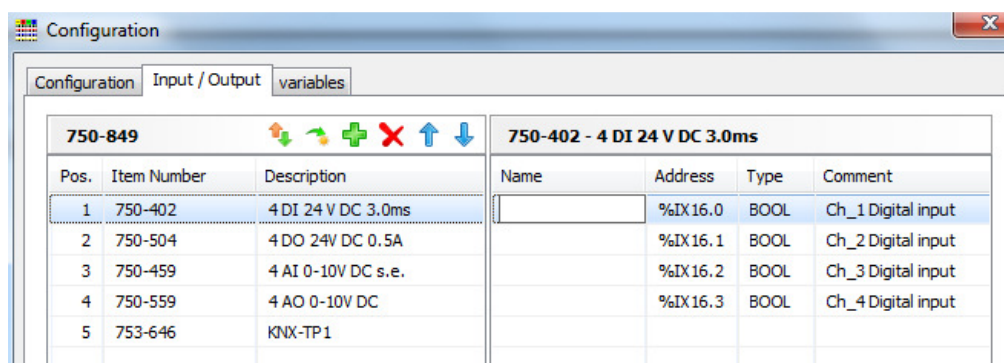
Löydetty laite lisätään kaksois- klikkaamalla kyseistä laitetta. Laitetta etsiessä on oltava tarkkana, että valitsee oikean tyyppin. Näin estetään mahdollisia yhteensopivuus ongelmia. (Kuva 22).





Kuva 22. Laitekirjasto

Kaikki tarvittavat laitteet lisätään laitekokoonpanoon ja laitetaan ne samaan järjestykseen kuin ne ovat laitteistossa. Ylävalikon nuolilla pystyy muuttamaan laitteen paikkaa. Tulo- ja lähtökorttien ohjelmamuuttujat lisätään laitekokoonpanoon. Valitsemalla yhden laitteen avautuu valikko, josta nähdään laitteen kanavien osoitteet. Nimi kohtaan lisätään haluttu ohjelmamuuttuja, mikä ohjaa laitteet kanavaa. Tärkeää on, että ohjelmamuuttuja on saman niminen ohjelmassa sekä laitekokoonpanossa. (Kuva 23).



Kuva 23. Laitekokoonpano

### 5.3 Codesys ohjelmointi

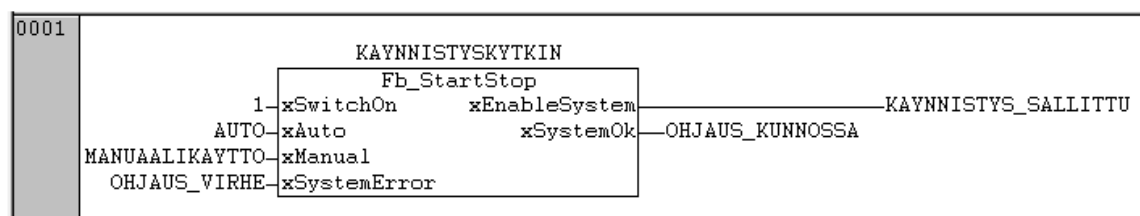
Ilmastointikone ohjelmoidaan käyttäen valmiita ohjelmalaatikoita Wagon kirjastosta Hvac\_Building\_01.lib. Kirjaston ohjelmalaatikat sisältävät tärkeimmät ohjaukset, mitä ilmastointikoneen säädössä tarvitaan. Ilmastointikoneet ovat erilaisia, joten tästä johtuen joitakin ohjauksia ei tarvitse, niin ne on helppo mitätöidä ja käyttää vain tarvittavia ohjauksia. Käyn läpi jokaisen ohjelmalaatikon, joita tarvitsee ohjaukseen sekä kerron min-käläinen tieto ja muuttuja tulee laittaa mihinkin tuloon tai lähtöön. Tämä on yleinen ohje, josta valitaan tarvittavat ominaisuudet ohjelmalaatikoista ja käytetään niitä oikean projektin toteutuksessa.

Nykyajan ilmastointikoneet alkavat olemaan jo valmiiksi automatisoituja ja koneesta tuodaan lähinnä vain hälytystietoja. Esimerkiksi Swegon tekee valmispaketti ilmastointikoneita, joissa ohjelmointi jää todella vähälle. Tulevaisuus tulee varmasti olemaan valmispakettikoneiden, mutta ohjelmointia tarvitaan vielä vanhojen ilmastointikoneiden modernisointiin sekä ilmastointikoneisiin, jotka kootaan vasta paikan päällä valmiiksi kokonaisuudeksi.

### 5.3.1 Auto- Nolla – Manuaali kytkin

Käynnistys ohjelmalaatikolla annetaan käynnistuksen sallittu tieto lähdön *xEnableSystem* kautta. Lähtö kytkeytyy päälle kun A-0-M kytkimestä tulee tieto tuloon *xAuto* sekä tulo *xSystemError* on pois päältä. Tuloon *xSystemError* tuodaan tiedot mahdollisista ohjausvirheistä ja hälytyksistä. Kaikki hälytykset kootaan yhteen ohjelmalaatikkoon (löytyy kohdasta 10.5) ja tulo *xSystemError* aktivoituu jos yksikin virhe tai hälytys on päällä. Tulon aktivoituessa ilmastointikoneen pellit sekä puhaltimet sulkeutuvat.

Kytkimen ollessa manuaali- asennossa tieto tuodaan tuloon *xManual*, josta se linkitetään ohjelmalaatikoille, joissa on mahdollista pakottaa laite käyntiin manuaalisesti. Tämä tieto sallii manuaalisen pakko käynnistuksen, mutta laitteella on oltava oma manuaali pakotuskytkin, jolla laite ohjataan pakkokäytölle. (Kuva 24).



Kuva 24. Ohjauskytkin

### 5.3.2 Tulo- ja poistoilmapelti

Ilmastointikoneen sallittu käynnistys tieto tuodaan tuloon *xEnableSystem*. Tieto tulee ilmastointikoneen A-0-M ohjauskytkimeltä. Tulolla *tMaxRuntime* määrätään tulo- sekä poistoilmapeltien maksimiaika saavuttaa peltimoottorien rajakytkin. Jos näin ei vaadittavassa ajassa tapahdu, kytkeytyy lähtö *xErrorDamper* päälle, joka ajaa tulo- ja poistoilmapeltien lähdön *xDamper* pois päältä.

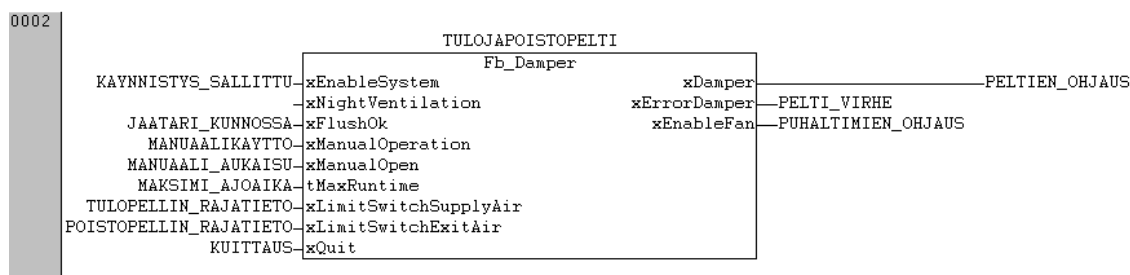
Ohjelmalaatikko tarvitsee tiedon jäätymissuojan toimivuudesta. Lämmityspatterin vedenlämpötilan alittaessa asetetun raja-arvon, niin silloin jäätymissuoja laukeaa ja tulo

*xFlushOk* vaihtuu nolla tilaan. Tällöin tulo- ja poistoilmapeltien lähtö *xDamper* sekä tulo- ja poistoilmapuhaltimien lähtö *xEnableFan* kytkeytyvät pois päältä. Tuloilmapellin peltimoottorin rajatieto tuodaan tuloon *xLimitSwitchSupplyAir* ja poistoilmapellin peltimoottorin rajatieto tuodaan tuloon *xLimitSwitchExitAir*.

Lähtö *xErrorDamper* kytkeytyy päälle ainoastaan peltimoottorien ajo-ajan ylittyessä. Tulosta *xQuit* voidaan kuitata pelleistä aiheutuva virhe. Tulo linkitetään kaikkiin virheitä aiheuttaviin ohjelmalaatikoihin. Tämän avulla pystytään yhdestä painikkeesta kuittaamaan mahdolliset korjatut virheet.

Peltejä ohjataan lähdön *xDamper* avulla. Lähtö pysyy päällä peltimoottorien saavuttaessa rajakytkimet sallitun ajan sisällä. Tulo- ja poistoilmapuhaltimien ohjauslähtö *xEnableFan* kytkeytyy päälle kun peltimoottorit saavuttavat rajakytkimensä.

Peltejä voidaan ohjata myös manuaaliajolla, tällöin ilmastointikoneen ohjauskytkimen tulee olla manuaali asennossa ja tulon *xManualOperation* päällä. Tämän jälkeen pellit pystytään aukaisemaan käyttämällä tuloa *xManualOpen*. (Kuva 25).



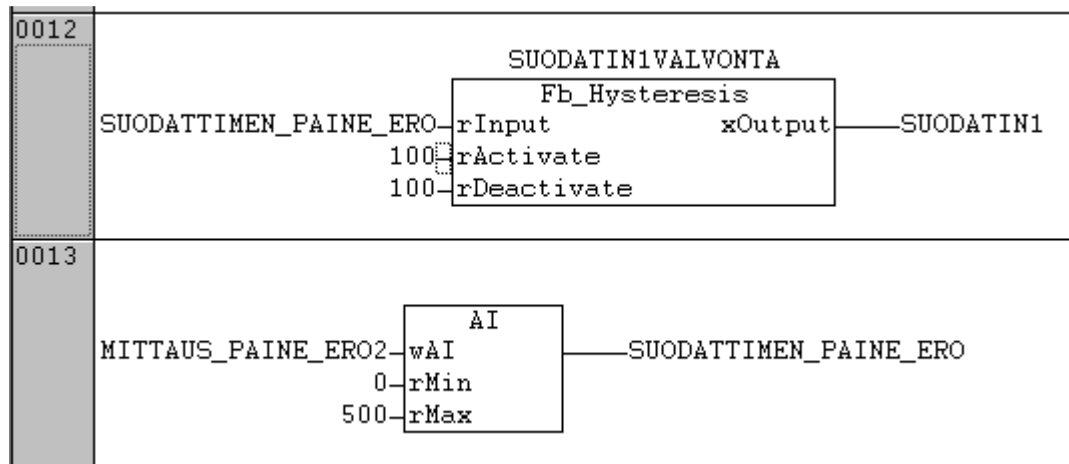
Kuva 25. Tulo- ja poistoilmapeltien ohjauslaatikko

### 5.3.3 Tuloilmansuodatin

Suodatinvalvonta ohjelmalaatikon avulla valvotaan suodattimien likaisuutta. Ohjelma toteutetaan seuraavanlaisesti. Ohjelma valvoo ja hälyttää mahdollisesta suodattimien likaantumisesta paine-ero mittauksen avulla. Suodatinhälytys on toissijainen hälytys eli se ei sammuta ilmastointikoneen laitteita hälytyksen sattuessa.

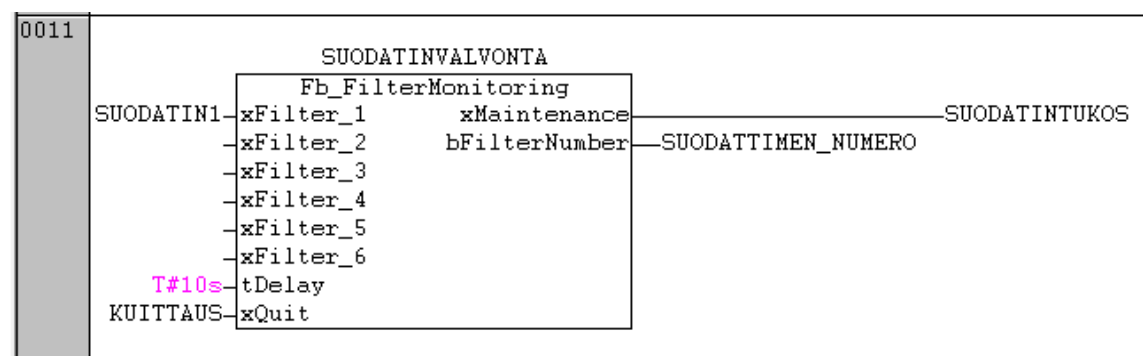
Suodatinvalvonta suoritetaan tulon *xFilter\_1* avulla. Tulo *xFilter\_1* tarvitsee 0/1 tiedon ja se saadaan ohjelmalaatikkoon käyttämällä toista ohjelmalaatikkoo. Paine-eron arvo saadaan 0-10V laitteesta käyttämällä kuvassa 26. olevaa ohjelmalaatikkoo. Ohjelmalaatikko skaalaa 0-32677 (0-10V) tiedon halutuksi arvoksi. Arvon minimi ja maksimi määritetään ohjelmalaatikon tuloihin *rMin* ja *rMax*. Jos paine-ero kasvaa suuremmaksi kuin

asetettu arvo tulossa *rActivate*, lähtö *xOutput* kytkeytyy ja vie tiedon suodatinvalvonnan tuloon *xFilter\_1*.



Kuva 26. Paine-eron valvonta

Tulon *xFilter\_1* aktivoituessa käynnistyy viiveaika, joka määritetään tuloon *tDelay*. Tulon *xFilter1* pysyessä aktivoituneena *tDelay* tuloon määritetyn ajan, niin silloin lähtö *xMaintenance* aktivoituu ja antaa virhetiedon. Lähtö *bFilterNumber* kertoo suodattimen numeron, mistä hälytys on peräisin. Suodattimenvaihdon jälkeen voidaan vika kuitata tulolla *xQuit*. (Kuva 27).



Kuva 27. Suodatinvalvonta

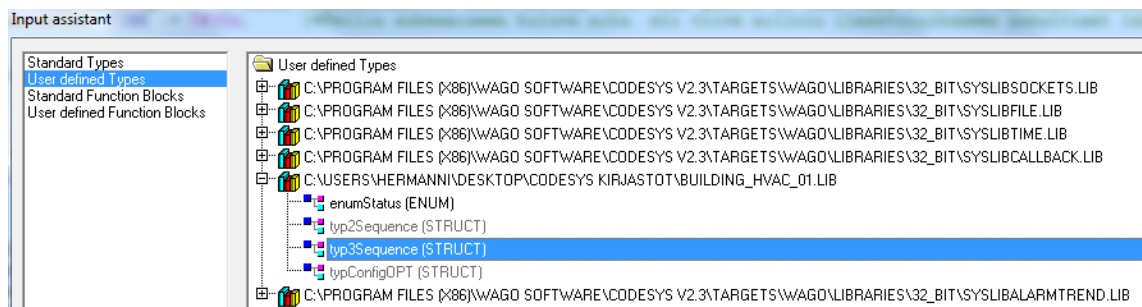
### 5.3.4 Tuloilmalämpötilan ohjaukset

Ohjelmalaatikolla säädetään lämmitys- ja jäähdytys venttiilien toimintaa sekä lämmöntalteenoton pyörimisnopeutta jos käytetään pyörivää lämmönsiirintä. Lähtöpuolella ohjaukset ovat 0 - 10 V, mutta niiden esitystavan voi valita kahdesta vaihtoehdosta. Etuliitteen *rY* omaavat lähdöt ovat esitystavaltaan 0 – 100 %, *wY* etuliitteen omaavat lähdöissä esitystapana on 0 - 32677. Lähdöt *rY\_Cooling* ja *Wy\_Cooling* ohjaavat jäähdytys patterinventtiiliä. Lämmityspatterin venttiiliä ohjaavat lähdöt *rY\_Heating* sekä

*Wy\_Heating*. Lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen kierrosnopeutta ohjaa lähdöt *rY\_HeatExchanger* sekä *wY\_HeatExchanger*.

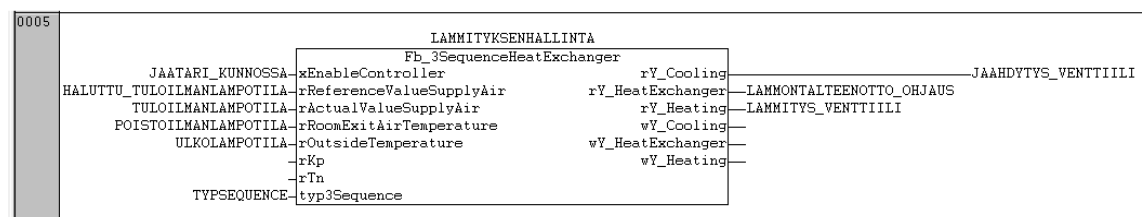
Ohjelmalaatikkoon tuodaan kolmesta eri paikasta saatavaa lämpötilatietoa. Tuloon *rActualValueSupplyAir* tuodaan tuloilmanlämpötilatieto sekä tuloon *rRoomExitAirTemperature* tuodaan poistoilmanlämpötilatieto. Tuloon *rOutsideTemperature* tuodaan ulkoilmanlämpötilatieto. Tuloon *rReferenceValueSupplyAir* määritetään haluttu tuloilmanlämpötila arvo, jonka mukaan ohjelmalaatikko ohjaa tarpeen mukaan lämmitystä, jäähdytystä sekä lämmöntalteenottoa. Tuloilla *rKp* ja *rTn* pystytään vaikuttamaan säädön nopeuteen ja ennakointiin. Ohjelmalaatikko toimii PID säätimenä. Ohjauksien käyrät löytyvät liitteestä 2.

Tulolla *typ3Sequence* määritellään ohjelmalaatikon asetukset, jonka mukaan ohjelmalaatikko säätää lähdöt lämpötilojen mukaan. Tulon rakenne on tärkeä määrittää oikeaksi, rakenne löytyy kirjastosta BUILDING\_HVAC\_01.lib. (Kuva 28).



Kuva 28. Muuttujan rakenteen määrittäminen

Tuloon *xEnableController* tuodaan jäätymissuojalta 0/1 tieto. Jäätymissuojan reagoidessa tulo muuttuu nollaksi ja kaikki ohjaukset kytkeytyvät pois. Lämmitysventtiiliä ohjataan reagoinnin jälkeen jäätymissuoja ohjelmalaatikon kautta lähdöllä *rY\_Valve\_H*. Jäätymissuojan ollessa toimintatilassa, niin silloin lämmityksen ohjaus tapahtuu lähdön *rY\_Heating* kautta. (Kuva 29).

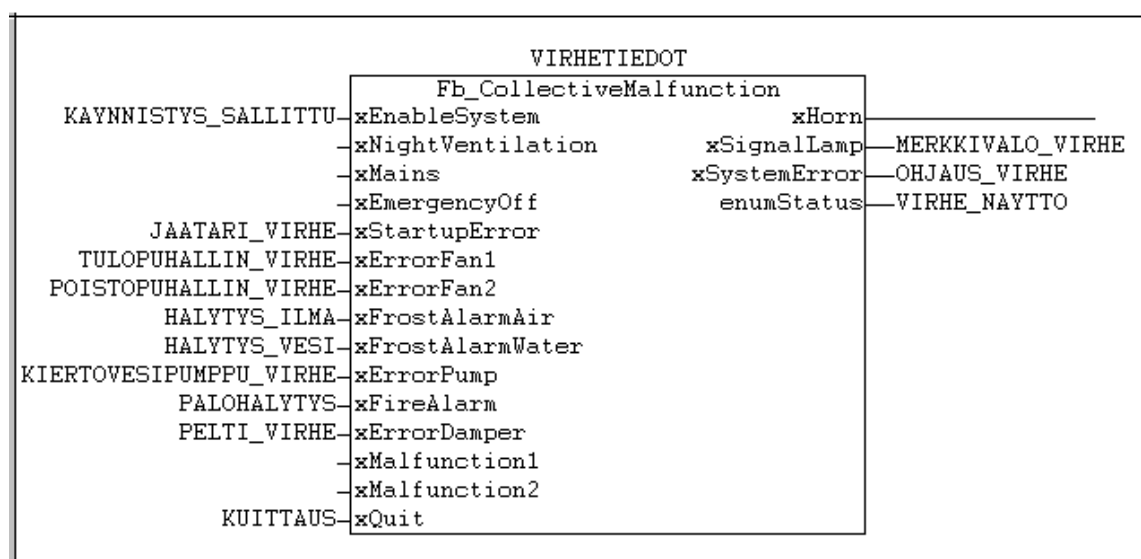


Kuva 29. Tulolämpötilan ohjaus

### 5.3.5 Hälytysnäyttö

Kuvassa 30. olevaan ohjelmalaatikkoon kerätään kaikki ensisijaiset virhe ja hälytystiedot. Virheen tai hälytyksen sattuessa lähtö *xSystemError* kytkeytyy ja ilmastointikoneen pellit ja puhaltimet sulkeutuvat. Lähtö *enumStatus* kertoo virheen tai hälytyksen tekstimuodossa. Lähtö *xSignalLamp* sytyttää virhe merkkivalon.

Tuloihin tuodaan tärkeiden ohjelmalaatikoiden virhe ja hälytys tietoja sekä voidaan myös tuoda paloilmoitin keskukselta karkitieto mahdollisesta palohälytyksestä. Tulolla *xQuit* voidaan kuitata korjatut virhe ja hälytystilat.



Kuva 30. Virhetietonäyttö

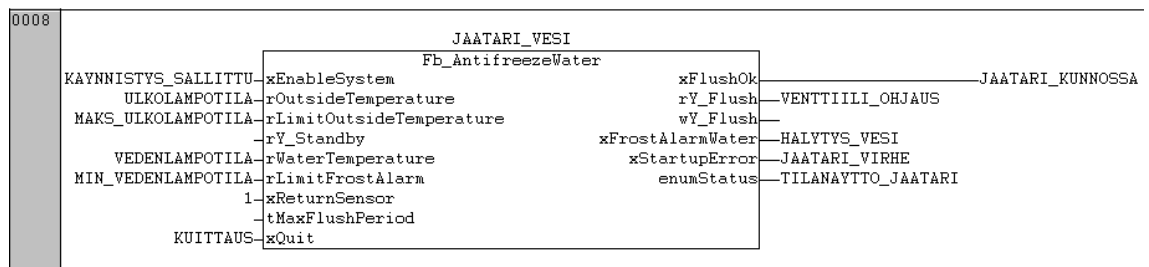
### 5.3.6 Jäätymissuoja

Ilmastointikoneen sallittu käynnistys tieto tuodaan tuloon *xEnableSystem*. Tieto tulee ilmastointikoneen A-0-M ohjauskytkimeltä. Jäätymissuoja ohjelmalaatikon tuloihin *rOutsideTemperature* sekä *rWaterTemperature* tuodaan analogiset lämpötilatiedot ulkoilmasta sekä lämmityspatterin vedestä. Näiden kahden arvon avulla ohjataan koko ohjelmalaatikkoo.

Lämmityspatterin veden minimilämpötila asetetaan tuloon *rLimitFrostAlarm*. Veden lämpötilan mentäessä tämän arvon alle, jäätymissuoja reagoi ja lähtö *xFlushOk* kytkeytyy pois. Tämän lähdön mukana kytkeytyvät pois pellit sekä puhaltimet. Jäätymissuojan reagoidessa lähtö *rY\_Flush* antaa 100 % auki tiedon lämmityspatterinventtiilin ohjelmalaatikkolle.

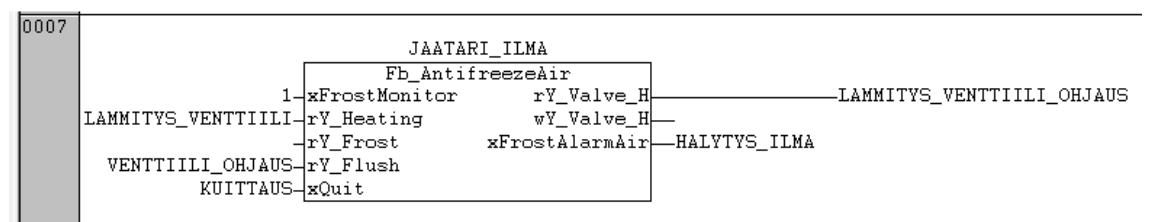
Ulkolämpötilan mittauksen avulla voidaan ennakoida tapahtuvaa jäätymissuojan reagoitua. Ulkolämpötilan laskiessa alle tuloon *xLimitOutsideTemperature* määritetyn arvon, niin silloin veden minimilämpötila arvo muuttuu 15 asteeseen. Lämmityspatterin veden viiletyssä alle 15 asteeseen, ohjelmaloikka kytkee venttiiliä auki ennakoiden mahdollista jäätymissuojan reagoitua rajaa, muttei sammuta lähtöä *xFlushOk*. Lähtö *xFlushOk* kytkeytyy pois vasta kun lämpötila arvo saavuttaa vedenlämpötilan asetetun minimirajan tulossa *rLimitFrostAlarm*.

Lähdöt *xFrostAlarmWater* sekä *xStartupError* vievät tiedon virhenäyttö ohjelmalaatikkoon ja sulkevat pellit ja puhaltimet. Lähtö *xFrostAlarmWater* aktivoituu kun lämmityspatterin vedenlämpötila laskee alle tulossa *rLimitFrostAlarm* määritetyn lämpötilan. Jäätymissuojan reagoidessa lähtö *xFlushOk* ei aktivoidu ennen kuin lämmityspatterin vedenlämpötila on noussut yli +30 asteen. Lämpötilan noustessa yli +30 asteen, pystytään virhe kuittaamaan tulolla *xQuit* ja ilmastointikone käynnistyy normaalitilaan. (Kuva 31).



Kuva 31. Jäätymissuojavesi

Jäätymissuojaa ilmanlämpötilan mukaan ei Suomessa käytetä, joten *tuloon xFrost-Monitor* voidaan laittaa ohjaukseksi 1 tieto. Tuloon *rY\_Heating* tuodaan lämmitysventtiilin asentotieto tuloilmalämpötilanohjaus ohjelmalaatikosta. Tämän tulon avulla määrätään lämmitysventtiilin asentotieto lähtöön *rY\_Valve\_H*, silloin kun jäätymissuoja on toimintakunnossa. Jäätymissuojan reagoidessa lähtöä *rY\_Valve\_H* ohjataan tulolla *rY\_Flush*, minkä tieto tuodaan lämmityspatteriveden jäätymissuojan ohjelmalaatikosta. (Kuva 32).



Kuva 32. Jäätymissuojailma

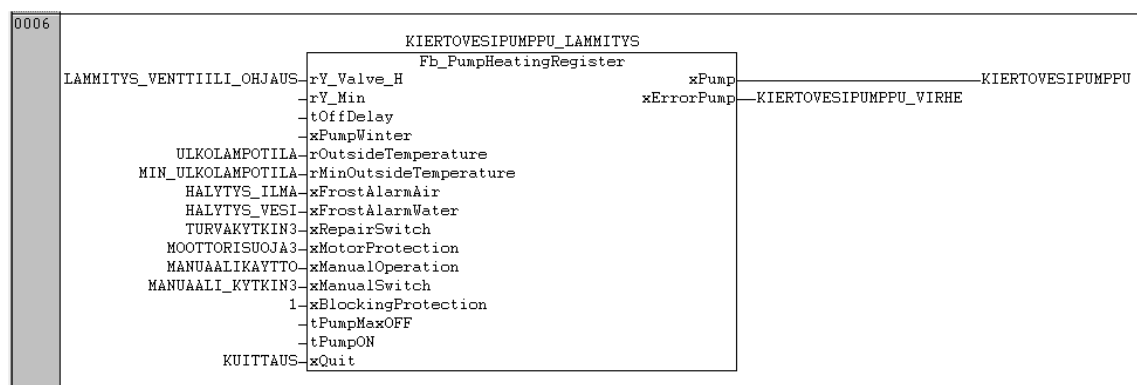
### 5.3.7 Kiertovesipumput

Jos käytetään lämmityspatteria sekä jäähdytyspatteria, niin molemmilla on omat kierto-vesipumput. Kiertovesipumppua ohjataan yleensä 24 voltin digitaalisella lähdöllä ja ohjelmasta pumpulle viedään 0/1 tieto.

Kiertovesipumpun lähtö *xPump* aktivoituu jos venttiilinohjaustieto *rY\_Valve\_H* on yli tuloon *rY\_Min* asetetun arvon. Venttiilinohjaustiedon laskiessa alle tuloon *rY\_Min* määritetyn arvon, niin silloin lähtö *xPump* sammuu tuloon *tOffDelay* määritetyn ajan jälkeen. Kiertovesipumppujen ohjelmalaatikot pitävät sisällään tulot *xRepairSwitch* turvakytkimelle sekä *xMotorProtection* moottorisuojalle.

Tulo *xPumpWinter* toimii ”talvikytkimenä” eli jos ulkolämpötila tulossa *rOutsideTemperature* laskee alle asetetun minimiarvon tulossa *rMinOutsidetemperature* ja talvikyt-kin on 1 asennossa, niin silloin lähtö *xPump* pysyy käynnissä.

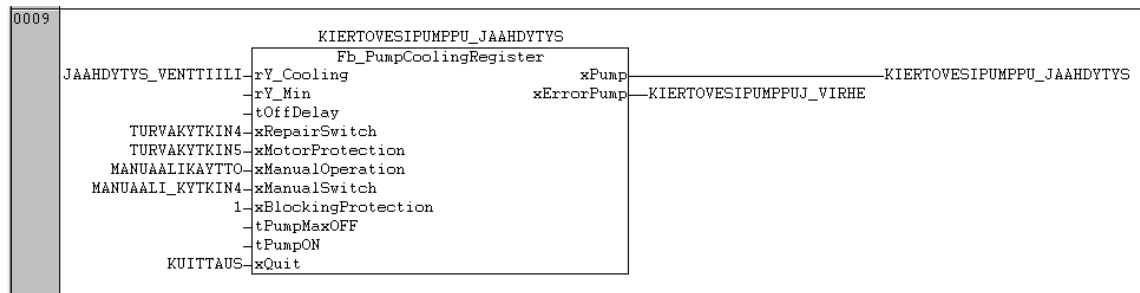
Hälytystulujen *xFrostAlarmWater* sekä *xFrostAlarmAir* ollessa aktivoituneena lähtö *xPump* on koko ajan päällä. Kiertovesipumppua pystytään ohjaamaan manuaalisesti ohjauskytkimen tulon *xManualOperation* ollessa manuaaliasennossa käyttämällä tuloa *xManualSwitch*. Tulolla *xBlockingProtection* voidaan estää kierto-vesipumpun pitkäaikaiset pysähtymiset. Tulon ollessa päällä, niin silloin kierto-vesipumppu käynnistyy uudelleen pysäytyksen jälkeen tulon *tPumpMaxOFF* määritetyn ajan jälkeen. Lähtö *xPump* pysyy käynnissä tuloon *tPumpON* määritetyn ajan. Ohjelmalaatikko antaa virhetiedon lähdon *xErrorPump* kautta. Virheen voi kuitata tulon *xQuit* kautta. (Kuva 33).



Kuva 33. Lämmityksen kierto-vesipumppu.

Jäähdytyksen kierto-vesipumppu ohjelmalaatikon ominaisuudet ovat samat, paitsi ettei pumpun toimintaa valvota ulkoilmanlämpötilan mukaan eikä se reagoi mitenkään jäätymissuojan toimintaan. (Kuva 34).

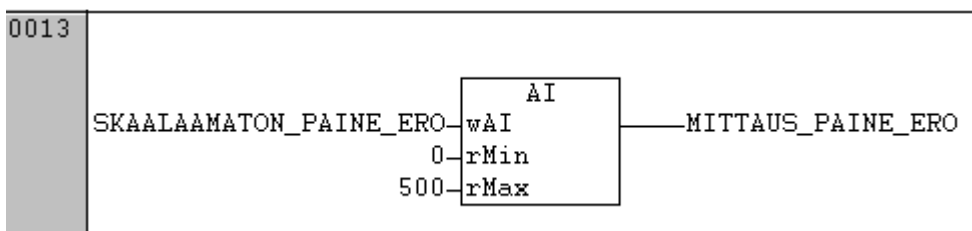




Kuva 34. Jäähdytyksen kiertovesipumppu.

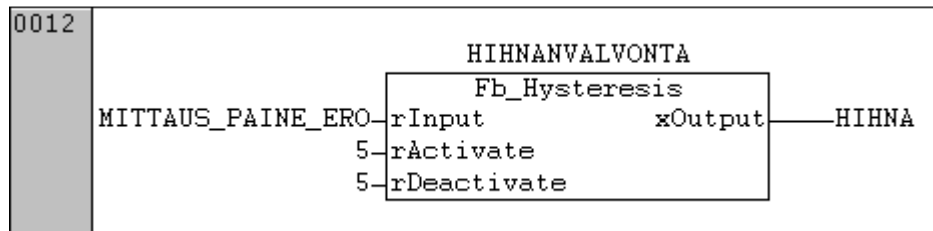
### 5.3.8 Tulo- ja poistoilmapuhallin

Ilmastointikoneen sallittu käynnistys tieto tuodaan tuloon `xEnableSystem`. Tieto tulee ilmastointikoneen A-0-M ohjauskytkimeltä. Tuloilmapuhaltimen ohjelmalaatikon tuloon `xEnableFan` tuodaan puhaltimen käynnistystieto tulo- ja poistoilmapeltien ohjelmalaatikosta. Myös virheiden kuittaus tulo `xQuit` linkitetään muihin kuittaus tuloihin. Tulolla `tOnDelay` voidaan määrittää viive puhaltimen käynnistämiseen. Tämän avulla voidaan estää virtapiikkejä, joita aiheutuu monien puhaltimien samanaikaisella käynnistyksellä. Ohjelmalaatikon kerrotaan tulossa `tStartUpPeriod` puhaltimen käynnistymisnopeus aika tiettyyn kierrosnopeuteen. Tämä tieto tarvitaan, jotta voidaan ohjata hihnanvalvontaa tulossa `xV_Belt`. Hihnanvalvonta perustuu tulon `tPressureVariation` aikaan sekä paine-ero mittaukseen. Tulo `xV_Belt` tulee valvontaan puhaltimen käynnistytksen jälkeen vasta tulon `tPressureVariation` asetetun ajan jälkeen. Tässä ajassa puhaltimen välille tulisi tulla paine-ero, joka kertoo ohjelmalaatikon sen, että hihna on kunnossa. Hihnan ollessa poikki ja paine-eroa ei synny, niin silloin lähtö `xLevel1` kytkeytyy pois ja lähtöön `xErrorFan` tulee virhetieto. Paine-eron tieto saadaan ohjelmalle käyttämällä kahta valmista ohjelmalaatikkoa. Ohjelmalaatikon löytyvät kuvasta 35 ja 36. Tuloon `rInput` tuodaan paine-ero mittauksen arvo. Paine-eron arvo saadaan 0-10V laitteesta käyttämällä kuvassa 35. olevaa ohjelmalaatikkoa. Ohjelmalaatikko skaalaa 0-32677 (0-10V) tiedon halutuksi arvoksi.



Kuva 35. Skaalaus.

Arvon minimi ja maksimi määritetään ohjelmalaatikon tuloihin *rActivate* ja *rDeactivate*. Paine-eron ollessa alle 5 Pascalia, niin silloin lähtö *xOutput* kytkeytyy pois ja puhaltimen ohjelmalohkossa tapahtuu virhe. (Kuva 36).



Kuva 36. Paine-eron valvonta.

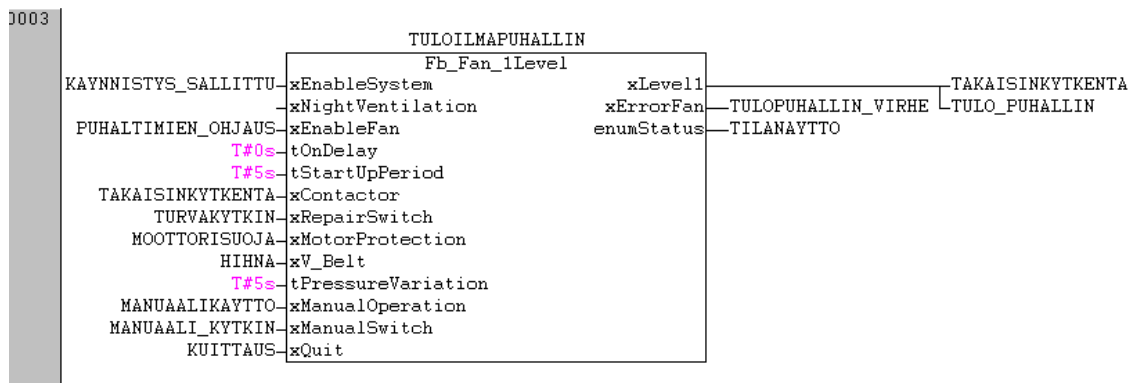
Puhallin tarvitsee toimiakseen tiedon turvakytkimen sekä moottorisuojan toimivuudesta niiden apukoskettimilta. Tiedot tuodaan tuloihin *xRepairSwitch* sekä *xMotorProtection*. Lähdestä *xLevelli* viedään puhaltimen kontaktorille ohjaustieto sekä tuodaan takaisin-kytkentätieto tuloon *xContactor*.

Lähtö *xErrorFan* aktivoituu jos puhaltimeen tulee virhe. Mahdollisen virheen saa kuittattua tulolla *xQuit* kun virhe on korjattu. Lähtö *enumStatus* toimii näyttönä ja kertoo tekstimuodossa mahdollisesti tapahtuneet virheet. Virhelista löytyy kuvasta 37.

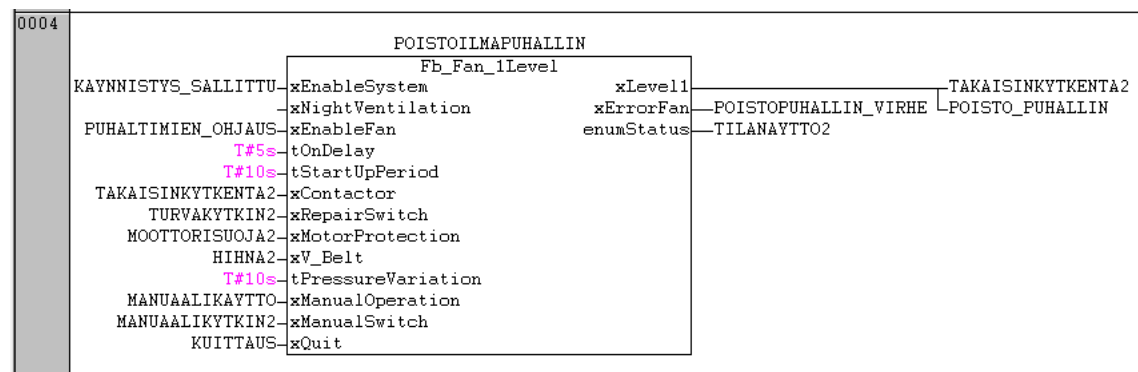
Tulo- ja poistoilmapuhallinta voidaan ohjata myös manuaaliajolla, tällöin ilmastointikoneen ohjauskytkimen tulee olla manuaali asennossa ja tulolla *xManualSwitch* voidaan pakottaa ohjauspäälle. (Kuva 38 ja 39).

HVAC_ok		System Ok
HVAC_repair_switch		Repair switch actuated
HVAC_motor_protection		Motor protection has tripped
HVAC_fan_belt		V-belt malfunction

Kuva 37. Virhelista



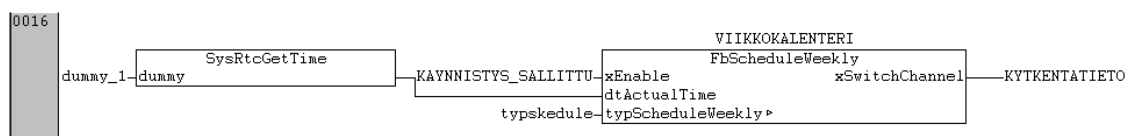
Kuva 38. Tuloilmapuhaltimen ohjelmalaatikko



Kuva 39. Poistoilmapuhaltimen ohjelmalaatikko

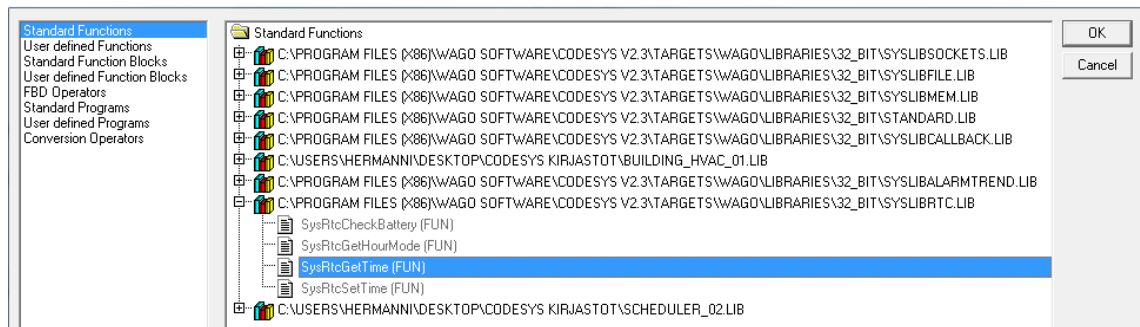
### 5.3.9 Viikkokalenteri

Viikkokalenteri ohjelmalaatikon avulla pystytään ohjaamaan haluttuja lähtöjä haluttuun aikaan. Viikkokalenterin aikoja ohjataan visualisoinnin avulla. Viikkokalenterin ohjelmalaatikko löytyy kirjastosta *scheduler\_02.lib*. Kirjaston voi ladata Wagon kotisivuilta. (Kuva 40).



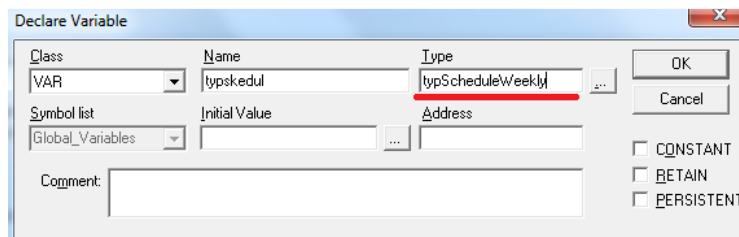
Kuva 40. Viikkokalenterin ohjelmalaatikko

Viikkokalenterin tulo *dtActualTime* tarvitsee ohjelmalaatikon, jolla se hakee oikean ajan systeemistä. Kyseinen ohjelmalaatikko löytyy hakemistosta kohdasta *Standard Functions* nimellä *SysRtcGetTime (FUN)*. (Kuva 41).

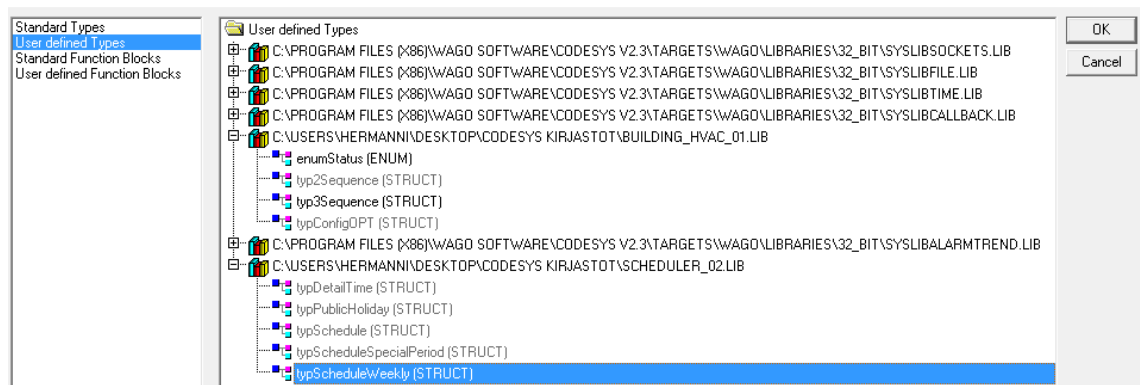


Kuva 41. Ohjelmalaatikon hakeminen

Kyseisellä ohjelmalaatikolla ei ole kuin yksi tulo *dummy*, mikä tarkoittaa sitä, että sillä ei tee yhtään mitään. Mutta ohjelma vaatii, että se nimetään myös. Tuloon *xEnable* tuodaan sallittu tieto ohjelmallisesti. Viikkokalenterin rakenne tuodaan tuloon *typScheduleWeekly*. Viikkokalenterin rakenne ensiksi nimetään (Kuva 42) ja sen jälkeen haetaan hakemistosta oikea rakenne (Kuva 43).

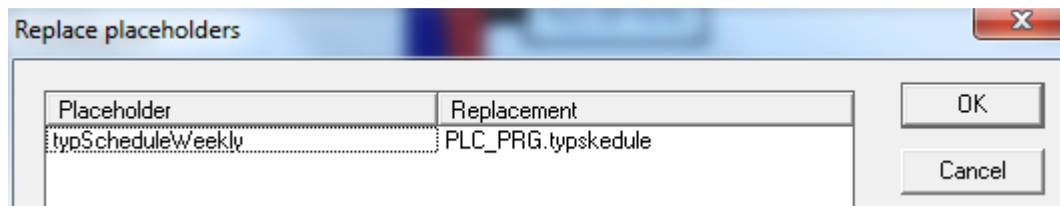


Kuva 42. Nimeäminen ja rakenne

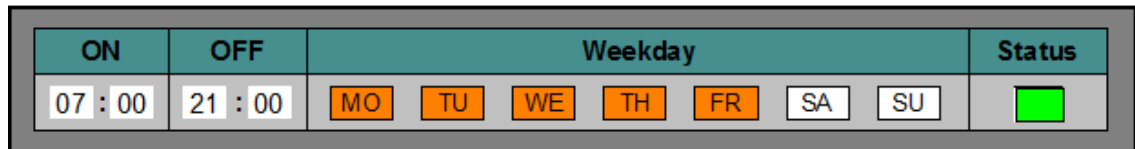


Kuva 43. Rakenteen hakeminen

Lähtöä *xSwitchChannel* ohjataan viikkokalenterin visualisoinnin avulla. Kuvassa 45. olevaan visualisointiin asetetaan aloitusaika, päättymisaika sekä viikonpäivä milloin aikarajat ovat voimassa. Kohdassa Status on vihreä valo kun lähtö *xSwitchChannel* on päällä. Visualisointi linkitetään ohjelmalaatikkoon valitsemalla viikkokalenteri visualisoinnin ominaisuuksista kohta *Placeholders*. Sinne lisätään ohjelmalaatikon rakenne tulo, jota halutaan ohjata visualisoinnin avulla. (Kuva 44).



Kuva 44. Visualisoinnin linkitys



Kuva 45. Visualisointi

Toiminnan kannalta tärkeää on muistaa käydä käyttöliittymäsivuilta asettamassa oikea kellonaika kontrollerille. Nettiselaimen kirjoittamalla kontrollerin osoite päästään käyttöliittymä sivulle, mistä valitaan sivuvalikosta *Clock configuration*. Sieltä voidaan vaihtaa kellonaika sekä päivämäärä. (Kuva 46).

Clock configuration

Configuration Data	
Time on device	<input type="text" value="22:55:55"/>
Date (YYYY-MM-DD)	<input type="text" value="2012-12-31"/>
Timezone (+/- hour)	<input type="text" value="0"/>
Daylight Saving Time (DST)	<input type="checkbox"/>
12 hour clock	<input type="checkbox"/>

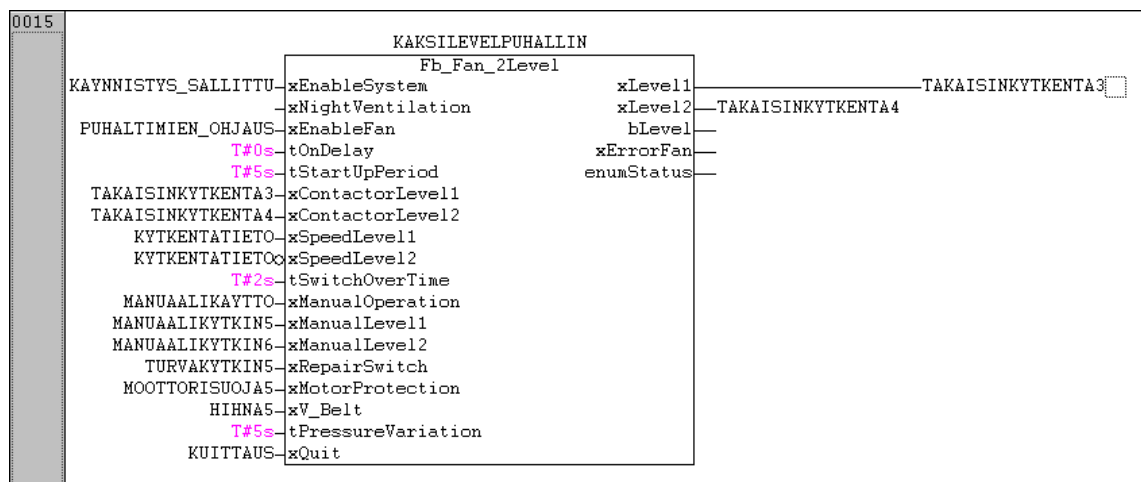
Kuva 46. Kellon ja päivämäärän asetus

### 5.3.10 Kaksi nopeuksinen tulo- ja poistoilmapuhallin

Tulo- ja poistoilmapuhaltimia pystytään ohjaamaan kahdella nopeustiedolla. Tähän käytetään avuksi viikkokalenteri ohjelmalaatikkoo, joka löytyy kirjastosta *scheduler\_02.lib*. Viikoittaisen kalenterin avulla voidaan ohjata joka päivälle kaksinopeutta. Ominaisuutta tarvitaan esimerkiksi kauppojen ilmastoinnin ohjauksessa. Aukioloaikoina ilmastointi on täydellä teholla ja sulkemisaikana voidaan pudottaa ilmastoinnin nopeutta ja näin säästää energiaa.

Kaksi nopeuksisen puhaltimen ohjelmalaatikko löytyy kirjastosta *Building\_HVAC\_01.lib*. Ohjelmalaatikko eroaa vähän ominaisuuksiltaan verrattuna yksi nopeuksiseen puhaltimeen. Tuloilla *xSpeedLevel1* ja *xSpeedLevel2* ohjataan nopeutta 0/1 tietona. Tuloihin tuodaan viikkokalenterista lähtö *xSwitchChannel*. Toisen tulon eteen laitetaan invertteri. Invertteri löytyy ohjelman työkalu riviltä kohdasta *Negate*. Viikkokalenteri on toiminnassa silloin kun nykyinen aika asettuu asetettujen aikarajojen sisään ja oikea viikonpäivä on valittu. Silloin lähtö *xSwitchChannel* on päällä ja se ajaa puhaltimen lähdön *xLevel1* päälle. Ajan ollessa sallittujen aikarajojen ulkopuolella on lähtö *xSwitchChannel* pois ja silloin lähtö *xLevel2* on päällä.

Aikatulolla *tSwitchOverTime* määritellään viive, jonka puhallin ottaa kun nopeustaso muuttuu. Tulo *bLevel* muuttaa visualisoinnissa puhaltimen nopeustasoa. Muuten ohjelmalaatikon rakenne on samanlainen kuin yksi nopeuksisessa puhaltimessa. (Kuva 47).



Kuva 47. Kaksi nopeuksinen tulo- ja poistoilmapuhallin

### 5.3.11 Ohjelmalaatikoiden muuttujat

0003	TULOJAPOISTOPELTI: Fb_Damper;	(*Tulo- ja poistoilmapelien ohjelmalaatikko*)
0004	POISTOILMAPUHALLIN: Fb_Fan_1Level;	(*Poistoilmapuhaltimen ohjelmalaatikko*)
0005	SUODATINVALVONTA: Fb_FilterMonitoring;	(*Suodatinvalvonnan ohjelmalaatikko*)
0006	TULOILMAPUHALLIN: Fb_Fan_1Level;	(*Tuloilmapuhaltimen ohjelmalaatikko*)
0007	HIHNAVALVONTA: Fb_Hysteresis;	(*Raja-arvon valvonta ohjelmalaatikko*)
0008	JAATARI_VESI: Fb_AntifreezeWater;	(*Jäätymissuojan ohjelmalaatikko*)
0009	SUODATIN1VALVONTA: Fb_Hysteresis;	(*Suodatin1 paine-eron valvonta*)
0010	VIRHETIEDOT: Fb_CollectiveMalfunction;	(*Virhetietojen kokoamis ohjelmalaatikko*)
0011	KAYNNISTYSKYTKIN: Fb_StartStop;	(*A - 0 - M kytkimen ohjelmalaatikko*)
0012	LÄMMITYKSENHALLINTA: Fb_3SequenceHeatExchanger;	(*Tuloilmanlämpötilan ohjelmalaatikko*)
0013	KIERTOYESIPUMPPU_LÄMMITYS: Fb_PumpHeatingRegister;	(*Lämmitys kiertovesipumpun ohjelmalaatikko*)
0014	KIERTOYESIPUMPPU_JÄÄHDYTYS: Fb_PumpCoolingRegister;	(*Jäähdytys kiertovesipumpun ohjelmalaatikko*)
0015	JAATARI_ILMA: Fb_AntifreezeAir;	(*Jäätymissuojan ohjelmalaatikko*)

Kuva 48. Ohjelmalaatikko muuttujat.

0016	ULKOLÄMPÖTILA: REAL;	(*Mitattu ulkolämpötilanarvo*)
0017	TULOILMAKANAVAN LÄMPÖTILA: REAL;	(*Tuloilmakanavassa mitattu lämpötilanarvo*)
0018	POISTOILMAKANAVAN LÄMPÖTILA: REAL;	(*Poistoilmakanavassa mitattu lämpötilanarvo*)
0019	VEDENLÄMPÖTILA: REAL;	(*Lämmityspatterin vedenlämpötilan mittaus*)

Kuva 49. Analogiset lämpötilanmittaukset

0020	SKAALAAMATON_PAINERO: WORD;	(*Skaalaamaton tieto 0 - 32677*)
0021	MITTAUS_PAINERO2: WORD;	(*Paine-ero mittauksen skaalaamaton arvo 0 - 32677*)

Kuva 50. Analogiset paine-erojen mittaukset

0022	TULOPELLIN_RAJATIETO: BOOL;	(*Tuloilmapellin rajatieto peltimoottorilta*)
0023	POISTOPELLIN_RAJATIETO: BOOL;	(*Poistoilmapellin rajatieto peltimoottorilta*)
0024	KUITTAUS: BOOL;	(*Korjattujen virhetilojen kuittaus *)
0025	MANUAALIKAVITTO: BOOL;	(*Manuaalikytkimen tulotieto*)
0026	MANUAALITUKAISU: BOOL;	(*Manuaalikytkin peltien pakotuskäyttöön*)
0027	TAKAISINKYTKENTA: BOOL;	(*Kontaktorilta tarvitaan saada takaisin kytkentätieto*)
0028	TURVAKYTKIN: BOOL;	(*Tuloilmapuhaltimen turvakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0029	MOOTTORISUOJA: BOOL;	(*Moottorisuojalta apukoskettimelta tieto*)
0030	MANUAALI_KYTKIN: BOOL;	(*Käsit käyttö tulopuhaltimelle*)
0031	AUTO: BOOL;	(*Ilmastointikone on automaatti- tilassa*)
0032	MANUAALI: BOOL;	(*Ilmastointikoneen osia voidaan ajaa manuaalisesti*)
0033	FALOHALITYYS: BOOL;	(*Tieto paloilmoittinlaitteelta*)
0034	TAKAISINKYTKENTA2: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen takaisinkytkentätieto kontaktorilta*)
0035	MANUAALIKYTKIN2: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen pakkokäynnistys*)
0036	TURVAKYTKIN2: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen turvakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0037	MOOTTORISUOJA2: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen moottorisuojan apukoskettimelta tieto*)
0038	MANUAALI_KYTKIN3: BOOL;	(*Lämmitys kiertovesipumpun pakotuskäyttö*)
0039	TURVAKYTKIN3: BOOL;	(*Lämmitys kiertovesipumpun turvakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0040	MOOTTORISUOJA3: BOOL;	(*Lämmitys kiertovesipumpun moottorisuojakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0041	TURVAKYTKIN4: BOOL;	(*Jäähdytys kiertovesipumpun turvakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0042	MOOTTORISUOJA4: BOOL;	(*Jäähdytys kiertovesipumpun moottorisuojakytkimen apukoskettimelta tieto*)
0043	MANUAALI_KYTKIN4: BOOL;	(*Jäähdytys kiertovesipumpun pakotuskäyttö*)

Kuva 51. Digitaaliset tulot

0044	PELTIEN_OHJAUS: BOOL;	(*Tulo- ja poistoilmapeltien ohjaustieto.*)
0045	PUHALTIMIEN_OHJAUS: BOOL;	(*Paine-eron mittausarvo*)
0046	TULO_PUHALLIN: BOOL;	(*Ilmastointikoneen käynnistys sallittu*)
0047	MERKKIVALO_VIRHE: BOOL;	(*Jäätynäsuojan tilannetieto*)
0048	POISTO_PUHALLIN: BOOL;	(*Tulo- ja poistoilmapellin virhetieto*)
0049	KIERTOVESIPUMPPU: BOOL;	(*Vilkkuva virhemerkkilamppu järjestelmän virheen merkiksi*)
0050	KIERTOVESIPUMPPU_JAÄHDYTYKSEN_OHJAUS: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen ohjaus*)
		(*Lämmitys kiertovesipumpun ohjaustieto*)
		(*Jäähdytys kiertovesipumpun ohjaustieto*)

Kuva 52. Digitaaliset lähdöt

0051	LAMMONTALTEENOTTO_OHJAUS: REAL;	(*Lämmönsiirtimen nopeusohjaus*)
0052	LAMMITYS_VENTTIILI_OHJAUS: REAL;	(*Lämmitysventtiilin ohjaus*)
0053	JAÄHDYTYKSEN_VENTTIILI_OHJAUS: REAL;	(*Jäähdytysventtiilin asentotieto*)

Kuva 53. Analogiset lähdöt

0054	MAKSIMI_AJOAika TIME ~7#30s;	(*Peltien maksimisaika saavuttaa rajakytkin*)
0055	MITTAUS_PAINERO: REAL;	(*Paine-eron mittausarvo*)
0056	KÄYNNISTYS_SALLITTU: BOOL;	(*Ilmastointikoneen käynnistys sallittu*)
0057	JAATARI_KUNNOSSA: BOOL;	(*Jäätynäsuojan tilannetieto*)
0058	PELTI_VIRHE: BOOL;	(*Tulo- ja poistoilmapellin virhetieto*)
0059	HIHNA: BOOL;	(*Hihnan valvonta paine-ero mittauksen avulla*)
0060	TULOPUHALLIN_VIRHE: BOOL;	(*Tuloilmapuhaltimen virhetieto*)
0061	TILANAYTTO: enumStatus;	(*Lähtö näyttää puhaltimen tilan visualisoinnissa puhaltimen kuvan yläreunassa.*)
0062	MAKS_UKOLAMPOTILA: REAL;	(*Ulkolämpötilan minimi arvo*)
0063	MIN_VEDENLAMPOTILA: REAL;	(*Vedenlämpötilan minimi, saavuttaessaan tämän rajan jäätärilähtys menee päälle ja venttiili aukeaa kokonaan*)
0064	TILANAYTTO_JAATARI: enumStatus;	(*Näyttää jäätärin vikatilanteet*)
0065	HALITYYS_VESI: BOOL;	(*Jäätäriltä häilytys vedenlämpötilan laskusta sallittu alarajan*)
0066	JAATARI_VIRHE: BOOL;	(*Virhetieto jäätäriltä*)
0067	VENTTIILI_OHJAUS: REAL;	(*Venttiilin ohjelmaleistikolle ohjaus jäätäriltä*)
0068	SUODATIN: BOOL;	(*Tieto suodattimen tilasta*)
0069	SUODATTIMEN_NUMERO: BYTE;	(*Lukaisen suodattimen numero*)
0070	SUODATTINTUKOS: BOOL;	(*Vaihdeta suodatin*)
0071	SUODATTIMEN_PAINERO: REAL;	(*Suodattimen paine-ero*)
0072	OHJAUS_VIRHE: BOOL;	(*Ohjauksen virhetieto*)
0073	OHJAUS_KUNNOSSA: BOOL;	(*Automaattiohjaus sallittu*)
0074	HALITYYS_ILMA: BOOL;	(*Ulkolämpötilan häilytys*)
0075	POISTOPUHALLIN_VIRHE: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen virhetieto*)
0076	VIRHE_NAYTTO: enumStatus;	(*Lähtö kertoo järjestelmän virheen*)
0077	TILANAYTTO2: enumStatus;	(*Poistoilmapuhaltimen virhenäyttö*)
0078	KIERTOVESIPUMPPU_VIRHE: BOOL;	(*Lämmitys kiertovesipumpun virhetieto*)
0079	HIHNA2: BOOL;	(*Poistoilmapuhaltimen hihnanvalvonta*)
0080	HALUTTU_TULOILMANLAMPOTILA: REAL;	(*Asetettu tuloilmalämpötilan arvo*)
0081	TYPSEQUENCE: typSequence;	(*Tuloilmalämpötilan ohjelmaleistikon rakennetieto*)
0082	LAMMITYS_VENTTIILI: REAL;	(*Lämmitysventtiilin asentotieto*)
0083	MIN_UKOLAMPOTILA: REAL;	(*Minimi ulkolämpötila*)
0084	KIERTOVESIPUMPPU_VIRHE: BOOL;	(*Jäähdytys kiertovesipumpun virhetieto*)
0085	END_VAR	

Kuva 54. Ohjelman sisäiset muuttujat

## 6 ILMASTOINTIKONEEN KÄYTTÖLIITTYMÄ

Codesys ohjelmalla pystytään tekemään nettiselaimessa toimivia visualisointeja. Visualisoinnin avulla ohjelmaa pystytään hallitsemaan ilman Codesys ohjelmaa. Wlanin avulla visualisointia pystytään hallitsemaan nettiselaimella millä laitteella tahansa, mikä on samassa verkossa kontrollerin kanssa. Visualisointi vaatii java sovelluksen, joten ainakin tällä hetkellä visualisoinnin hallitseminen Applen laitteilla on vielä mahdotonta. Wagon kirjastoissa on erilaisia valmiita visualisointeja liittyen esim. ilmanvaihtoon. Visualisoinnin yhteydessä on hyvä osata käyttää kuvien muokkaus ohjelmaa minkä kanssa pystytään tekemään hienompia visualisointeja.

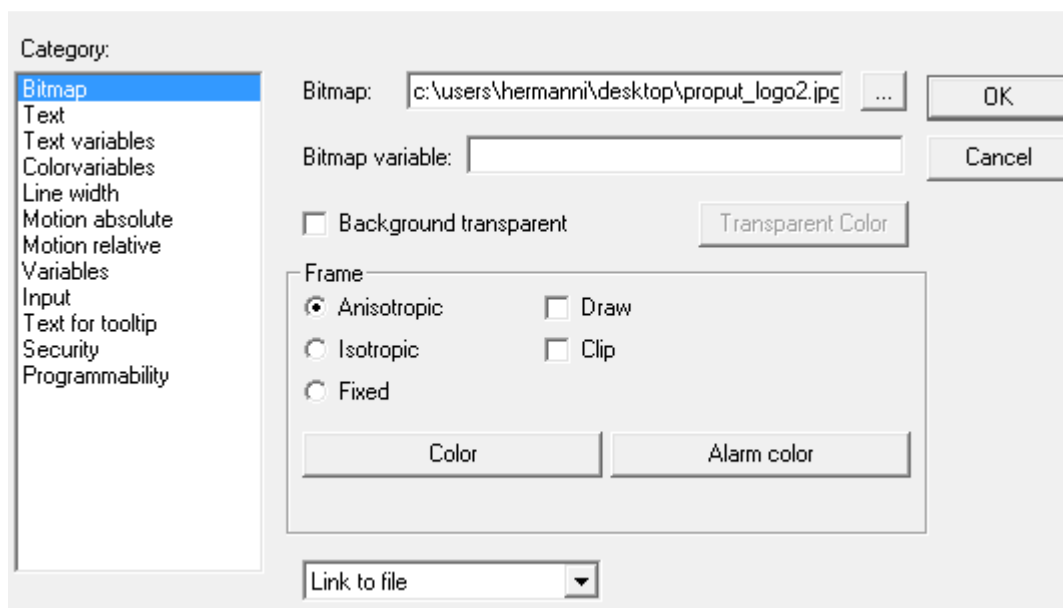
Visualisointeihin pääsee kirjoittamalla kontrollerin IP-osoite nettiselaimen ja avautuvasta käyttöliittymästä valitsee sivuvalikon Webvisu.

## 6.1 Valikon visualisointi

Codesys ohjelmassa visualisointi aloitetaan *visualization* välilehdeltä lisäämällä aloitus-sivu. Se tulee nimetä nimellä ”PLC\_VISU”, jotta kontrolleri ymmärtää, että tämä kyseinen sivu on aloitussivu. Muut sivut, mitkä aukeavat painikkeista aloitussivulta voidaan nimetä miten halutaan. Esimerkissä ilmastointikoneen valvomo toimii aloitussivuna. Toinen visualisointisivu tarvitaan hälytyslistan esittämiseen.

### 6.1.1 Yrityksen logon lisääminen

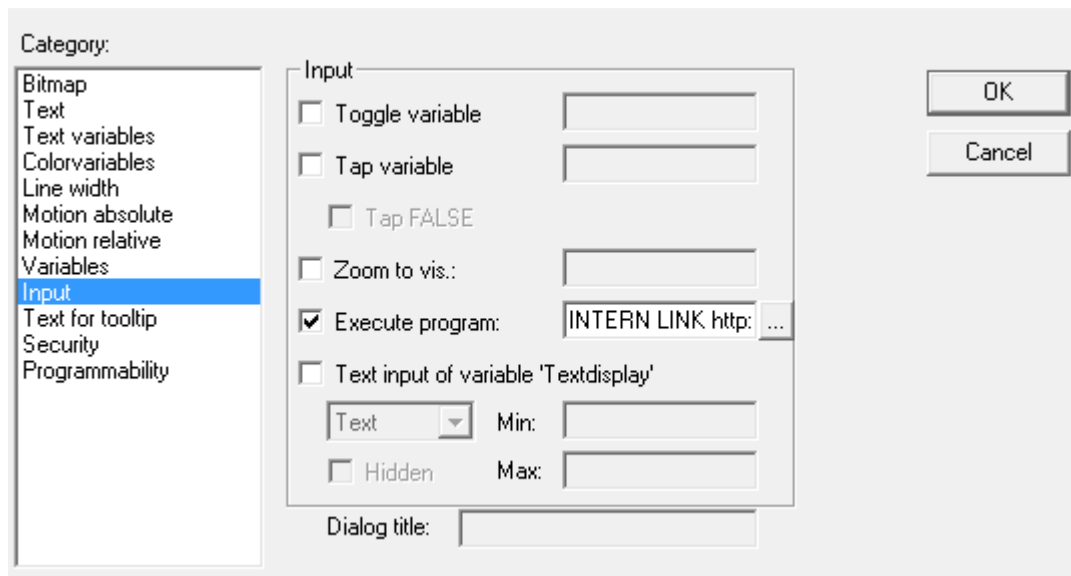
Käyttöliittymän visualisointiin lisätään yrityksen logo, jota painamalla pääsee yrityksen kotisivuille, josta selviää yhteystiedot yms. Logo voidaan tuoda joko .bmp tai .jpg tiedostona ohjelmaan. Työkalu riviltä painetaan *bitmap* painiketta ja sen jälkeen vedetään logo halutun kokoiseksi. Tämän jälkeen aukenevasta hakemistosta etsitään yrityksen logo. Logon ominaisuuksiin päästään kaksois- klikkaamalla logoa. Ominaisuudet valikosta valitaan välilehti *Bitmap*. Sieltä poistetaan valinnat kohdista *draw* ja *clip*. Nämä valinnat poistavat logon ympäriltä olevan kehyksen. (Kuva 55).



Kuva 55. Kehyksen poistaminen

Yrityksen kotisivuille linkitys tehdään välilehdellä *Input*. Valitaan kohta *Execute program* ja kirjoitetaan viereiseen tyhjiin tekstiruutuun teksti *INTERN LINK* <http://www.propu2.fi>. (Kuva 56).





Kuva 56. Linkin lisäys

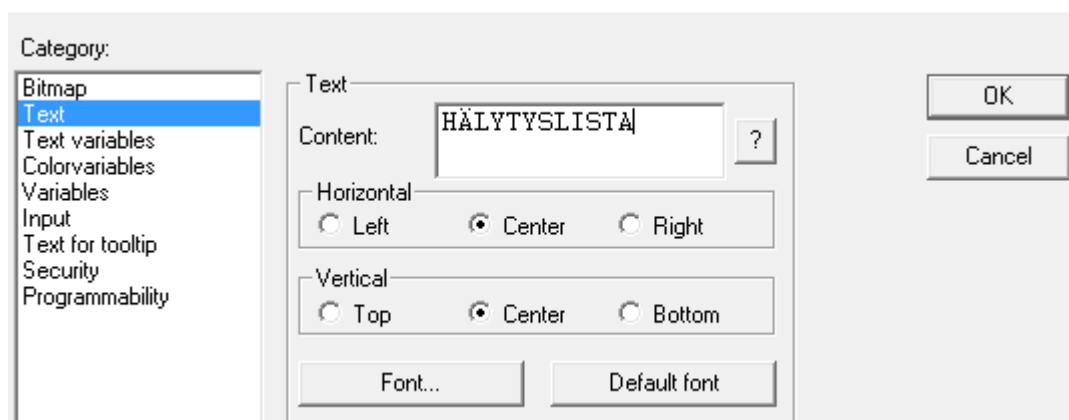
Proput Oy:n linkitetty logo löytyy kuvasta 57.



Kuva 57. Logo

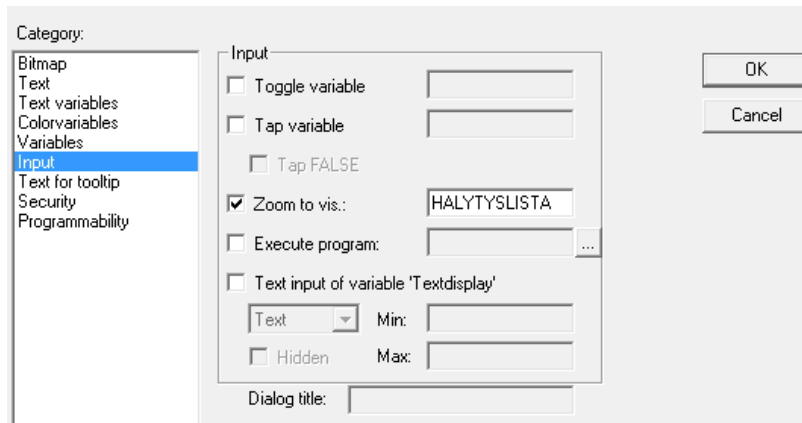
### 6.1.2 Navigointi

Käyttöliittymässä tulee olla painikkeet, joilla pääsee yhdellä painalluksella hälytyslistasta ilmastointikoneen valvontatilaan eli visualisointisivulta toiselle. Painikkeiden teko aloitetaan työkaluriviltä *Buttons* painikkeesta. Painalluksen jälkeen vedetään halutun kokoinen alue painikkeelle. Painiketta kaksois- klikkaamalla päästään painikkeen ominaisuudet valikkoon. Valikon välilehdeltä Text voidaan painikkeelle lisätä haluttu teksti. (Kuva 58).



Kuva 58. Tekstin lisäys

Linkitys toiseen visualisointi sivuun tehdään välilehdeltä Input. Valitaan kohta *Zoom to vis* ja viereiseen tyhjään tekstiruutuun etsitään haluttu muuttuja F2 painikkeella. Toinen painike nimetään ilmastointikoneeksi ja se linkitetään ilmastointikoneen visualisointisivuun nimeltä *PLC\_VISU*. (Kuva 59).



Kuva 59. Visualisointisivun linkittäminen

Navigointi painikkeet löytyvät kuvasta 60.



Kuva 60. Painikkeet

### 6.1.3 Päivämäärä ja kellonaika

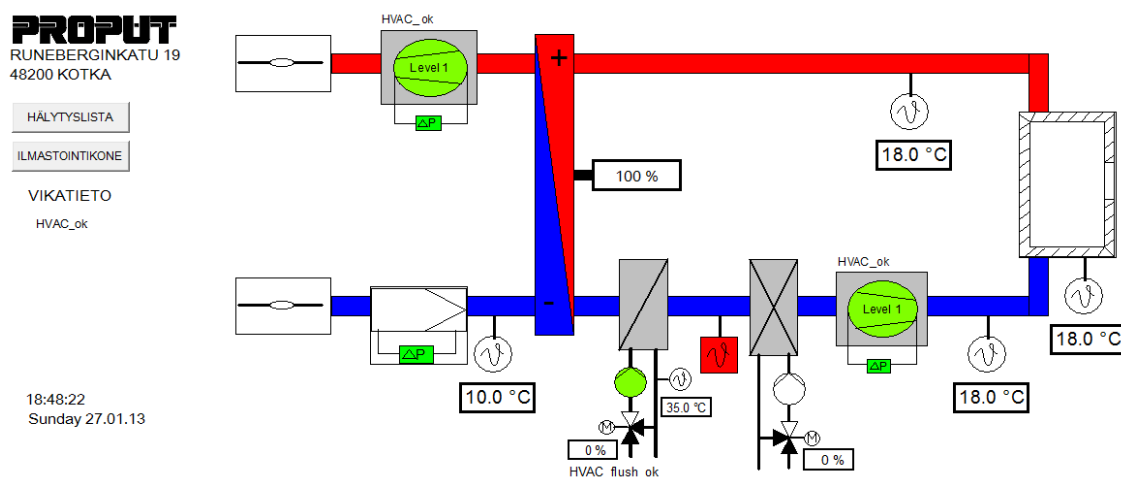
Päivämäärän ja kellonajan lisääminen visualisointiin tapahtuu tekemällä halutun kokoinen alue *rectangle* työkalulla. Kaksois- klikkaamalla tehtyä aluetta saadaan sen ominaisuudet ikkuna auki. *Text* välilehdellä olevaan tyhjään tekstikenttään kirjoitetaan koodi *%t%H:%M:%S*. Tämä koodi tuo visualisointiin kellonajan. Päivämäärän saa lisättyä samalla tavalla tekemällä alue *rectangle* työkalulla ja kirjoittamalla *Text* välilehdelle tyhjään tekstikenttään *%t %A %d.%m.%y*. (Kuva 61).

14:18:44  
Monday 28.01.13

Kuva 61. Päivämäärä ja kellonaika

## 6.2 Ilmastointikoneen visualisointi

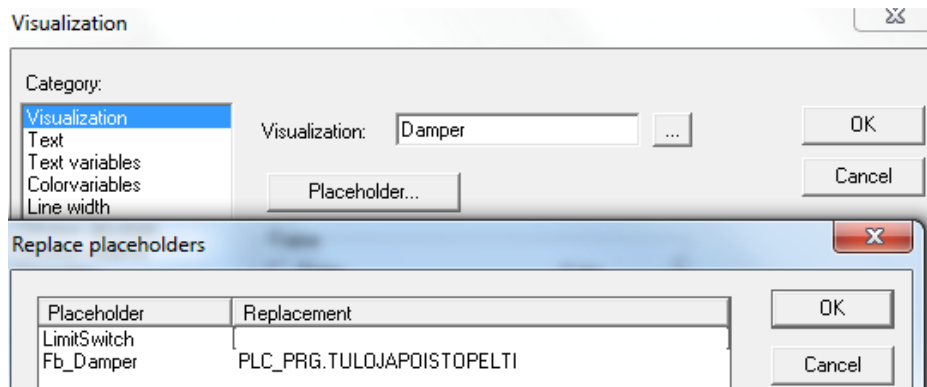
Codesys ohjelmalla pystytään tekemään ilmastointikoneen visualisointi. Visualisoinnin avulla pystytään valvomaan ilmastointikoneen toimintaa. Visualisointi toimii ilmastointikoneen käyttöliittymänä. Wagon kirjastosta `Building_Hvac_01.lib` löytyy valmiita ilmastointikoneen toimintaan liittyviä laitevisualisointeja. Niiden avulla voidaan rakentaa hyvä ja selkeä valvontapaneeli ilmastointikoneen toiminnoille. (Kuva 62).



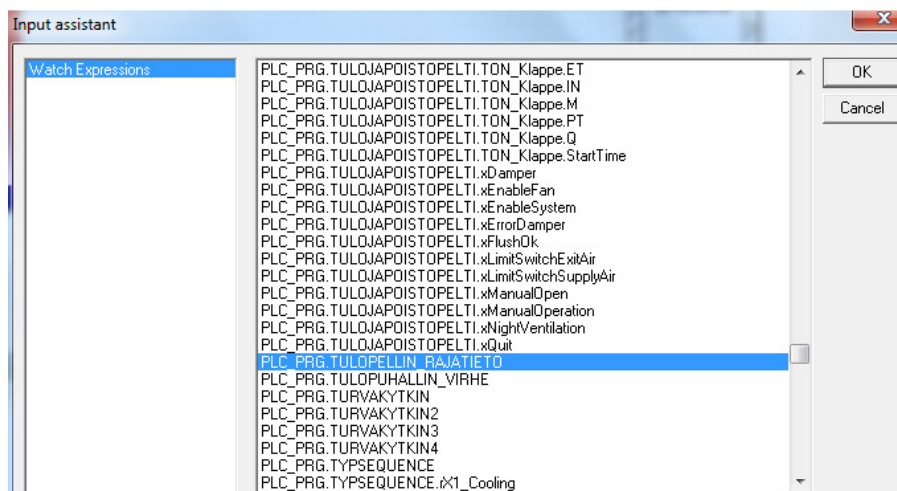
Kuva 62. Ilmastointikoneen käyttöliittymä

### 6.2.1 Visualisoinnin lisääminen

Visualisoinnit pystytään lisäämään käyttämällä *visualization* työkalua ja sen jälkeen vetämällä halutun kokoinen alue, johon ilmastointikoneen laitteen visualisointi asettuu. Tämän jälkeen avautuu valikko, josta etsitään haluttu visualisointi. Valikosta löytyy kaikki visualisoinnit sen mukaan mitä kirjastoja on ohjelmaan lisännyt. Kirjaston lisääminen löytyy kohdasta 5.2.1. Laittevisualisoinnin jälkeen visualisointi tulee linkittää ohjelmalaatikkoon, jonka mukaan halutaan visualisoinnin toimivan. Visualisointia kaksois- klikkaamalla avautuvat ominaisuudet valikko. Ominaisuudet valikosta valitaan välilehdeltä *visualization* kohta *placeholders* (Kuvassa 63). Sinne lisätään ohjelmalaatikko/ohjelmalaatikon muuttuja, jonka mukaan kyseinen visualisointi toimii. Lisääminen tapahtuu valitsemalla tyhjä tekstiruutu ja painamalla F2. Tämän jälkeen avautuu hakemisto, jossa on kaikki ohjelmanmuuttujat sekä ohjelmalaatikat (Kuvassa 64). Sieltä valitaan haluttu muuttuja ja tämän jälkeen visualisointi toimii valitun muuttujan mukaisesti.



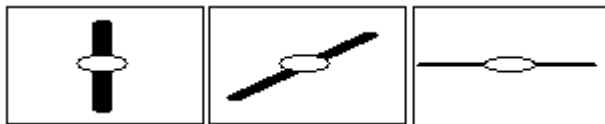
Kuva 63. Visualisoinnin linkittäminen ohjelmalaatikkoon



Kuva 64. Muuttujien hakemisto

### 6.2.2 Tulo- ja poistoilmapielti

Pellin visualisointi näyttää pellin olevan kiinni, kun ilmastointikonetta ei ole käynnistetty tai järjestelmässä on virhetilanne. Ohjelmalaatikon odottaessa tietoa peltimoottorien rajakytkimeltä, niin silloin visualisoinnissa pelti on puoliksi kiinni. Peltimoottorin saatuttaessa rajakytkimen pelti on kokonaan auki. (Kuva 65).

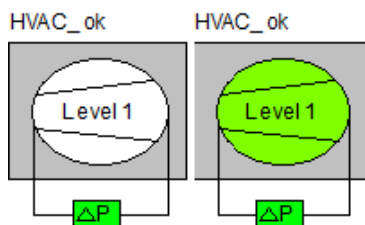


Kuva 65. Peltien asennot

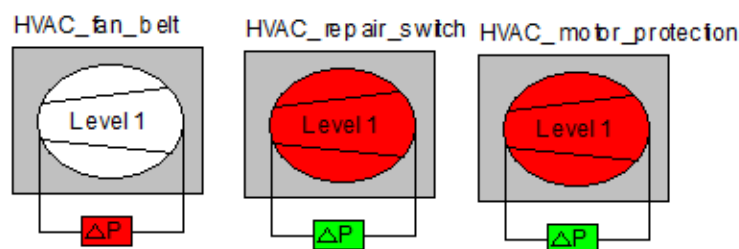
### 6.2.3 Tulo- ja poistoilmapiuhaltimet

Tulo- ja poistoilmapiuhaltimella on viisi erilaista tilannetta, jotka visualisointi näyttää. Järjestelmän ollessa kunnossa ja sammutettuna niin silloin puhaltimen *enumStatus* lähtö kertoo, että *HVAC\_ok* ja puhallinta esittävä osa on valkoinen (Kuvassa 66). Ilmastointi-

koneen käynnistyessä puhallin muuttuu vihreäksi. Puhaltimen visualisointi näyttää kaikki vikatilanteet, joita voi tulla puhaltimeen. Näitä ovat hihnavika, turvakytkin on auki sekä moottorisuoja on lauennut (Kuvassa 67).



Kuva 66. Puhallin

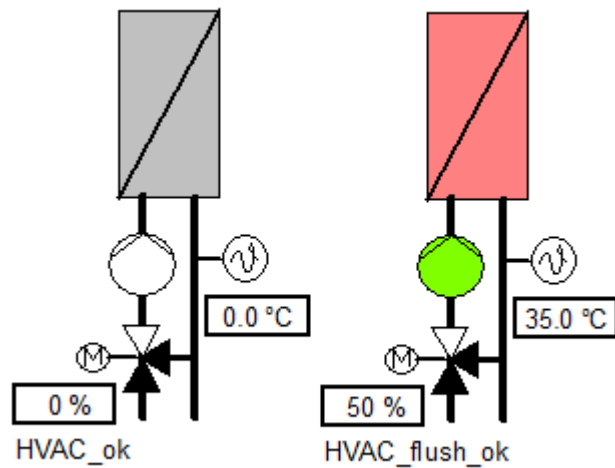


Kuva 67. Puhaltimen vikatilanteet

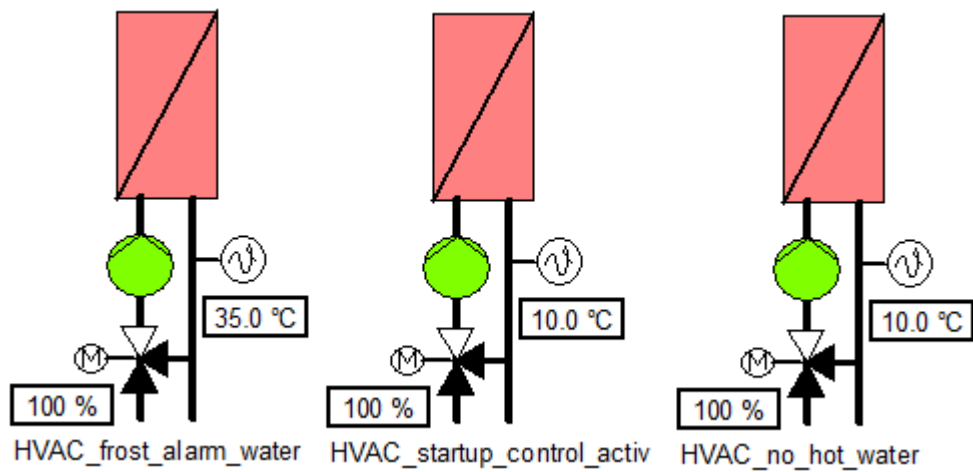
#### 6.2.4 Lämmityselementti

Lämmityselementin visualisointi pitää sisällään patterin, venttiilin sekä kiertovesipumpun. Elementissä on kaksi mittausarvo näyttöä, toinen näyttää lämmityspatterin lämpötilaa ja toinen näyttää venttiilin asentotietoa. Lämmityspatterin ollessa toiminnassa patterin väri on punainen ja kiertovesipumppu on vihreänä. (Kuva 68).

Lämmityselementin vikatilanteet tulevat näkyviin jäätymissuoja ohjelmalaatikon *enum-Status* lähdön kautta. Hälytystieto *HVAC\_frost\_alarm\_water* tulee kun lämmityspatterin veden lämpötila laskee alle sallitun arvon. Silloin venttiili on kokonaan auki. Vedenlämpötilan noustessa yli asetetun minimiarvon niin silloin hälytys vaihtuu *HVAC\_startup\_control\_activ*. Ilmastointikone on mahdollista käynnistää uudestaan jäätymissuojan reagoidessa vasta kun lämmityspatterin vedenlämpötila on noussut yli 30 asteeseen. Vedenlämpötilan pysyessä alle 30 asteen, vaikka venttiili on täysin auki ja lämmitys on käynnissä niin silloin lämmityselementti vaihtaa tilaansa ja ilmoittaa, että *HVAC\_no\_hot\_water*. Tämä toiminto tapahtuu määritetyn ajan jakson jälkeen jäätymissuojan reagoinnista. (Kuva 69).



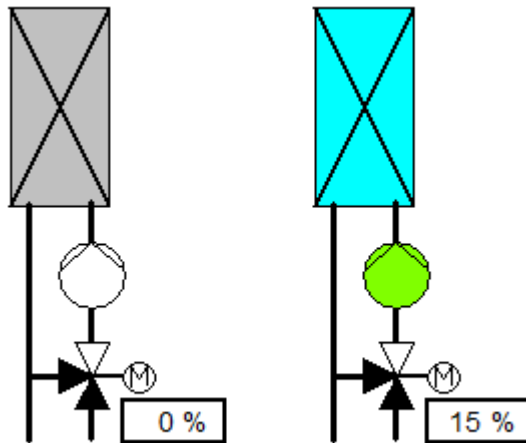
Kuva 68. Lämmityselementti



Kuva 69. Lämmityselementin vikatilanteet

### 6.2.5 Jäähdytyselementti

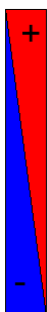
Jäähdytyselementin visualisointi pitää sisällään patterin, venttiilin sekä kiertovesipumpun. Elementissä on myös venttiilin asentotiedon seuranta. Jäähdytyksen ollessa aktiivinen muuttuu patterin väri vaaleansiniseksi ja kiertovesipumppu vihreäksi. (Kuva 70).



Kuva 70. Jäähdytys

### 6.2.6 Lämmönsiirrin

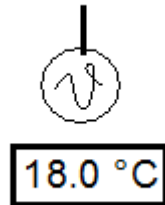
Pyörivän lämmönsiirtimen joutui tekemään itse käyttämällä polyline piirustustyökalua. Sen avulla tehdään kaksi suorakulmion puolikasta. Tämän jälkeen valitaan toinen puoli aktiiviseksi ja vaihdetaan asetuksista kohdasta *Shape* ruksi kohtaan *polygon*. Tämä mahdollistaa alueen täyttämisen halutun väriseksi asetuksien kohdasta *Colors*. Väreinä käytin punaista (lämminilma) ja sinistä (kylmäilma). Lisäsin myös + ja - havainnollistamaan enemmän kyseistä toimintaa. Niiden tekemiseen tarvitaan *Rectangle* piirustustyökalua. Ensiksi valitaan sopivan kokoinen alue ja sen jälkeen asetuksista *Text* kohtaan kirjoitetaan haluttu merkki. Aluksi valittu alue muuttuu aina valkoiseksi ja kehys on mustan väriin. Taustan ja kehyksen saa pois laittamalla ruksit asetuksissa kohtaan *Colors*, josta ruksi kohtiin *no color inside* ja *no color frame*. Lämmönsiirtimen viereen tein prosenttitietolaatikon, josta pystytään valvomaan lämmönsiirtimen nopeutta prosentteina. (Kuva 71).



Kuva 71. Pyörivä lämmönsiirrin

### 6.2.7 Lämpötilanmittaus

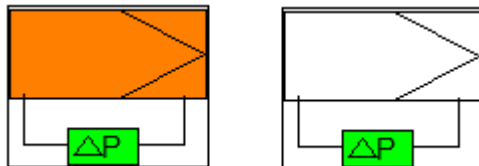
Ilmastointikone pitää sisällään erilaisia lämpötilamittauksia, joihin on omat selkeät visualisoinnit. Visualisoinnin viiva osoittaa mistä lämpötilaa mitataan ja mittausarvo tulee celsius asteina mittarin alla olevaan neliöön. (Kuva 72).



Kuva 72. Lämpötilanmittaus

### 6.2.8 Suodatin

Ilmastointikone esimerkissä käytetään tuloilmasuodatinta, joten visualisoinnissa on oma elementti suodatinvalvonnalle. Suodattimen ollessa likainen muuttuu visualisointi oranssiksi ja ollessa puhdas, pysyy suodatinvalvonnan visualisointi valkoisena. (Kuva 73).



Kuva 73. Suodattimen tilanteet

## 6.3 Hälytyslista

Ilmastointikoneen käyttöliittymässä on hyvä olla hälytyslista (Kuvassa 74), joka kerää kaikki järjestelmään tulleet viat. Viat pystyy kuittaamaan erillisellä kuittaus painikkeella, silloin kun vikatilanteet on korjattu. Ennen visualisoinnin tekoa tulee visualisointi ominaisuuksista sallia hälytyslistan toiminta kontrollerissa. Kohdat kuvasta 75. tulee olla valittuna.



**PROPUT**  
RUNEBERGINKATU 19  
48200 KOTKA

HÄLYTYSLISTA

ILMASTOINTIKONE

18:43:01  
Sunday 27.01.13

	Date	Time	Message
0	27-01-2013	18:42:15	TULOILMAPUHALTIMESSA VIKATILANNE
1	27-01-2013	18:42:12	POISTOILMAPUHALTIMESSA VIKATILANNE
2	27-01-2013	18:42:09	LÄMMITYSPATTERIN VEDENLÄMPÖTILA LIIAN ALHAINEN
3	27-01-2013	18:42:07	KIINTEISTÖSSÄ PALOHÄLYYTYS
4	27-01-2013	18:42:05	KIERTOVISSIPUMPUSSA VIKATILANNE

KUITTAUS

Kuva 74. Hälytyslista ja hälytykset

Target Platform | Memory Layout | General | Network functionality | Visualization

Display width in pixel:

Display height in Pixel:

☐ Use 8.3 file format

☒ Alarmhandling in the PLC

☐ Store trend data in the PLC

☒ Activate system variable 'CurrentVisu'

☐ Simplified input handling

☒ Web visualization ☒ Compression

☐ Inhibit download of visualization files

Supported fonts in the target:

☐ Target visualization

☐ Use VISU\_INPUT\_TASK

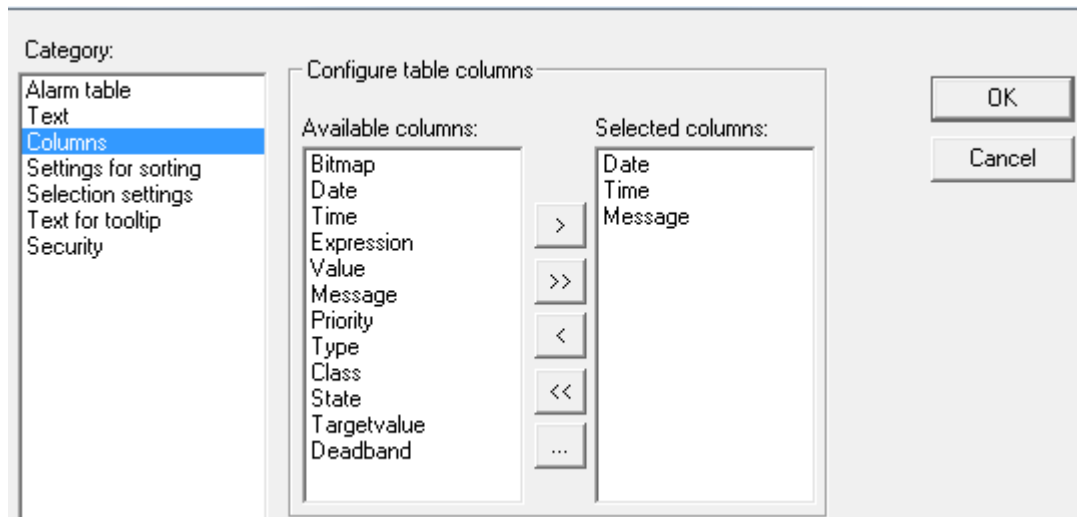
☐ Deactivate task generation

☐ Keyboard usage for tables

Kuva 75. Visualisoinnin ominaisuudet

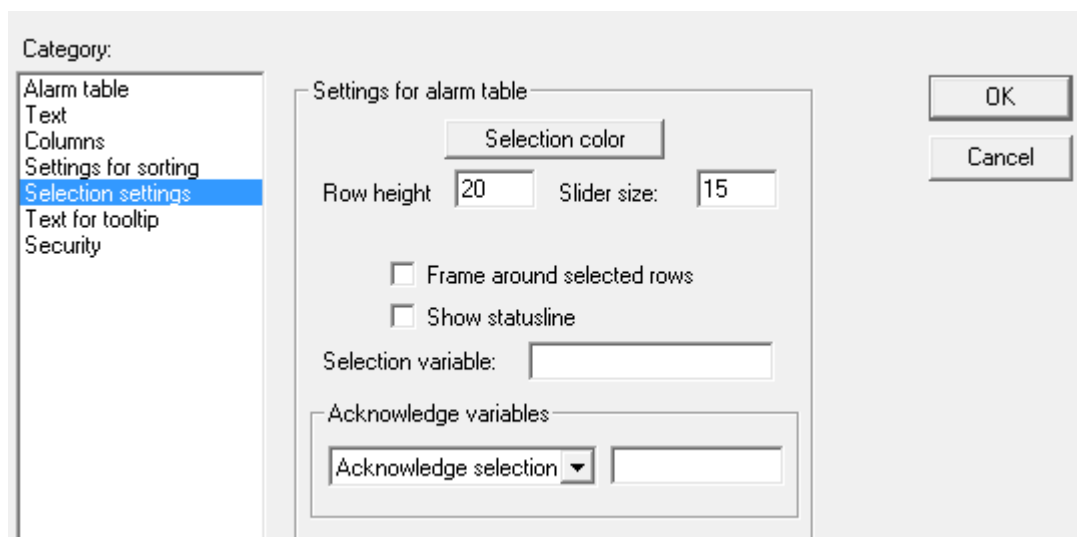
### 6.3.1 Visualisointi

Hälytyslistalle on oma piirtotyökalu Codesys visualization puolella. Hälytyslistan luominen aloitetaan painamalla painiketta *alarmtable* ja sen jälkeen vetämällä halutun kokoinen alue hälytyslistalle. Kaksois- klikkaamalla hälytyslistaa saadaan ominaisuudet valikko auki. Ominaisuudet valikosta etsitään välilehti *columns* ja sen jälkeen voidaan valita hälytyslistan kokoonpano. Kokoonpanolla tarkoitetaan, otsikoita joita hälytyslistaan tulee. Tärkeimmät ovat päivä ja kellonaika, sekä viestikenttä, jossa kerrotaan vian syy. Otsikot lisätään siirtämälle ne oikealle puolelle olevaan tyhjään kenttään. (Kuva 76).

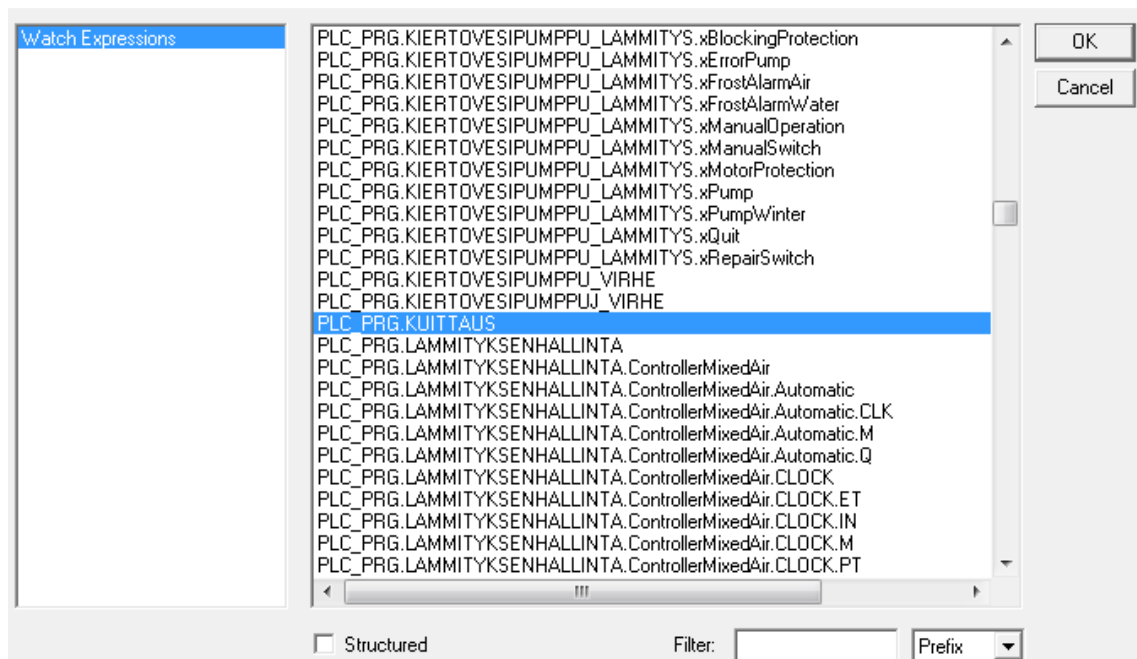


Kuva 76. Hälytyslistan kokoonpano

Hälytyslista tarvitsee kuittaus painikkeen, jota painamalla saadaan kuitatuksi korjatut vikatilanteet. Ennen painikkeen tekoa tulee hälytyslista visualisoinnin ominaisuuksista määrittellä muuttuja, jolla kuitataan hälytyslistassa olevat hälytykset nähdäiksi. Välilehdeltä *Selection settings* löytyy kohta *Acknowledge variables* (Kuva 77), jonka tyhjään ruutuun lisätään painamalla F2 muuttuja, jolla tieto todetaan nähdäiksi. Omasta mielestäni on järkevintä tehdä kuittaus painike siten, että sillä pystytään kuittaamaan vikatilanne nähdäiksi sekä kuitata vikatilanne kokonaan pois listasta kun kyseinen vika on korjattu. Muuttujaksi etsitään ohjelmalaatikoiden linkitetty kuittaus muuttuja. (Kuva 78).

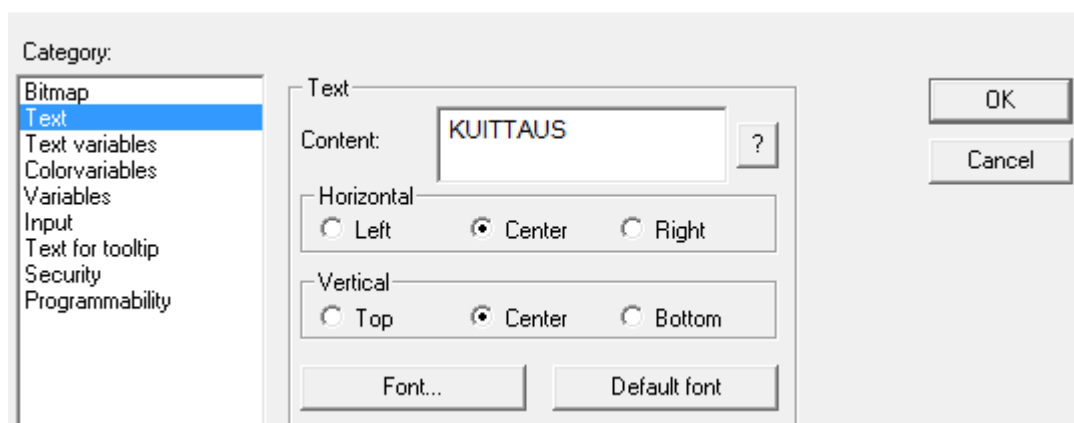


Kuva 77. Kuittauspainikkeen muuttujan lisäys

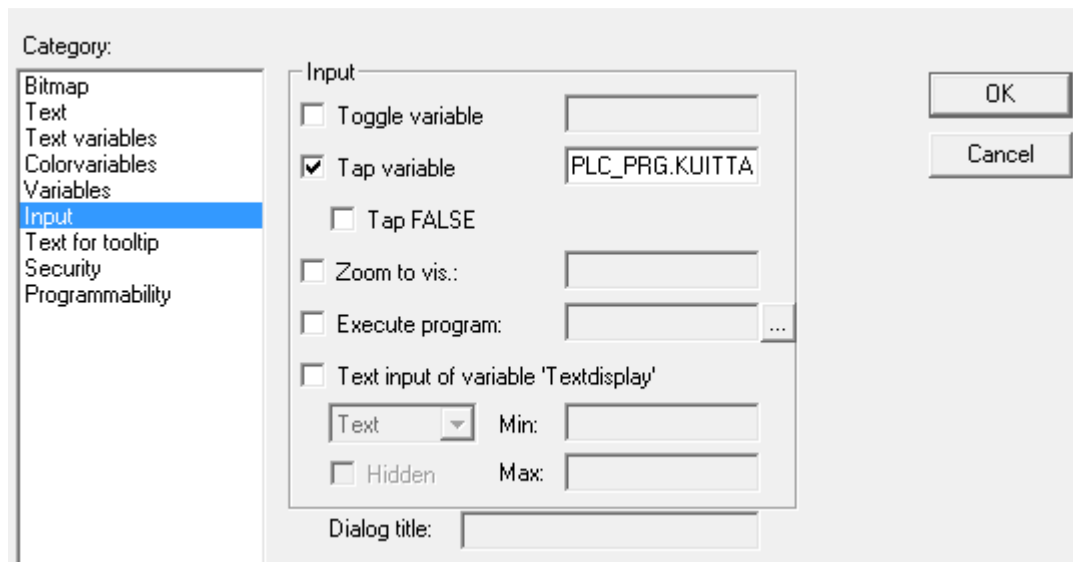


Kuva 78. Muuttujan etsiminen

Muuttujan lisäyksen jälkeen lisätään painike hälytyslistaan. Painike lisätään käyttämällä Codesys visualization työkalu rivillä olevaa Button painiketta. Ensiksi painetaan painiketta ja sen jälkeen vedetään halutun kokoiseksi painike. Painike siirretään hälytyslistan alalaitaan. Tämän jälkeen painetaan kaksois- klikkauksella painiketta ja saadaan auki painikkeen ominaisuudet valikko (Kuva 79). *Text* välilehdellä lisätään *KUITTAUS* teksti tyhjään tekstikenttään. Painikkeen linkittäminen ohjelmamuuttujaan tapahtuu välilehdeltä *Input*. Kohtaan *Tap variable* laitetaan ruksi ja tyhjään tekstikenttään etsitään kuitausmuuttuja. (Kuva 80).



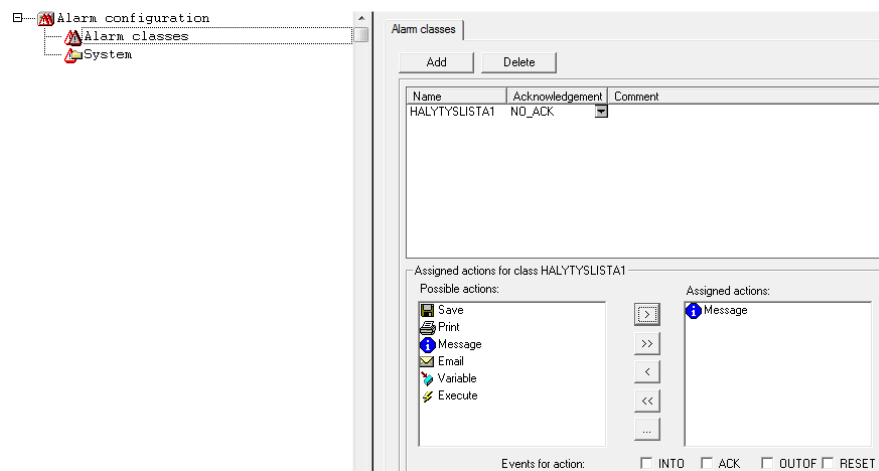
Kuva 79. Tekstin lisäys painikkeeseen



Kuva 80. Muuttujan lisäys painikkeeseen

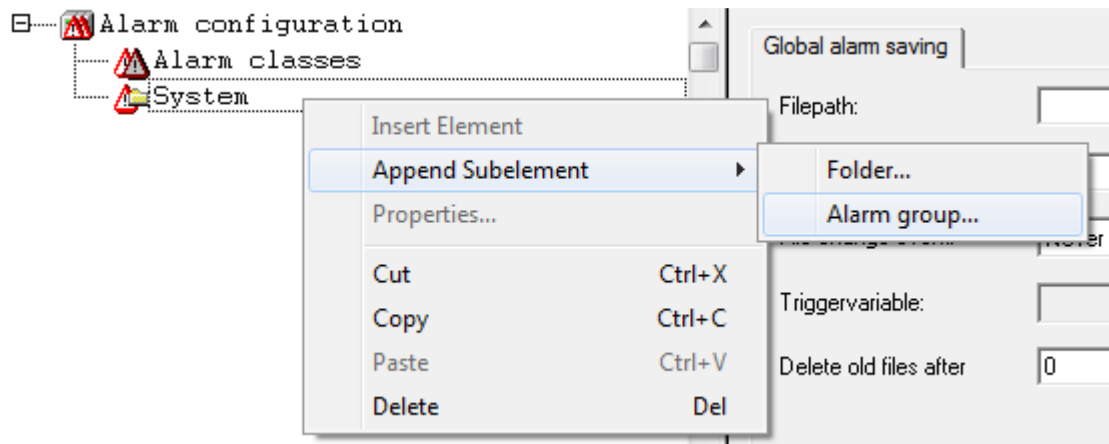
### 6.3.2 Hälytyksien lisääminen

Hälytyksiä pystytään lisäämään *resources* päävalikon välilehdeltä *alarm configuration*. Ensiksi tulee lisätä hälytysluokka, johon lisätään hälytykset. Hälytysluokan lisääminen tapahtuu valitsemalla kohta *Alarm classes*. Aukenevaan ikkunan tekstikenttään lisätään halutun niminen hälytysluokka. Nimen lisäämisen jälkeen painetaan kohdan *Acknowledgement* alaspäin olevaa nuolta, jolloin aukeaa valikko, josta valitaan *ACK\_INT0*. Tämä tarkoittaa sitä, että tässä luokassa olevat hälytykset näkyvät hälytyslistassa. Samassa ikkunassa kohtaan *Assigned actions* voidaan lisätä haluttuja hälytysominaisuuksia. Tuomalla kohdan *Message*, niin silloin hälytyksen sattuessa käyttöliittymän keskelelle ponnahtaa ikkuna, joka kertoo hälytyksen syyn. (Kuva 81).



Kuva 81. Hälytysluokka

Hälytysryhmien lisääminen tapahtuu kohdasta *System*. Painamalla hiiren oikeaa painiketta avautuu valikko, josta valitaan *append subelement* ja *Alarm Group*. (Kuva 82).



Kuva 82. Hälytysryhmä

Hälytysryhmään lisätään kaikki hälytykset mitä ilmastointikoneessa voi tapahtua. Kohtaan *Expression* etsitään muuttuja, jonka muuttuessa esim. noltilasta aktiiviseksi niin silloin tapahtuu hälytys. Kohdassa *Type* valitaan tila milloin hälytys tapahtuu. Tärkeimmät ovat DIG=0 sekä DIG=1. Eli hälytys tapahtuu muuttujan ollessa noltilassa tai aktiivisena. Myös tyyppi HIHI, voidaan käyttää esimerkiksi suodattimen tukkoisuuden valvonnassa. Eli tyyppille HIHI määritetään muuttuja, joka on REAL tyyppinen. Tyyppille HIHI asetetaan yläraja, jonka jälkeen hälytys tapahtuu. (Kuva 83).

Alarm group | Alarm saving |

Description:

Deactivation variable:

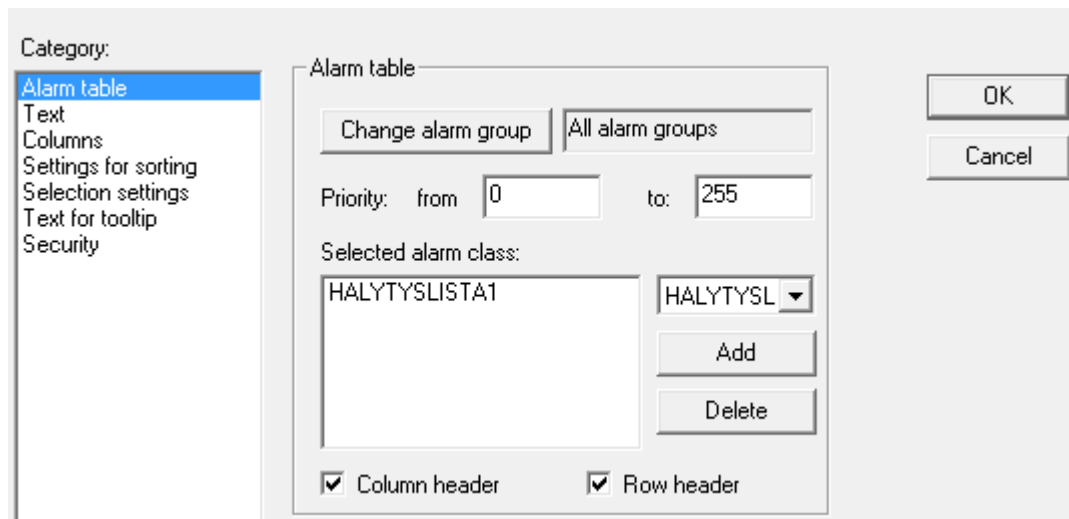
Add | Delete

Expression	Type	Class	Priority	Message	Deactivation	Id
PLC_PRG.HALYTYS_VESI	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	LÄMMITYSPATTERIN VEDENLÄMPÖTILA LIIAN ALHAINEN		0
PLC_PRG.TULOPIHUHALLIN_VIRHE	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	TULOILMAPIHUHALTIMESSA VIKATILANNE		1
PLC_PRG.PALOHALYTYS	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	KIINTEISTÖSSÄ PALOHALYTYS		2
PLC_PRG.POISTOPIHUHALLIN_VIRHE	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	POISTOILMAPIHUHALTIMESSA VIKATILANNE		3
PLC_PRG.KIERTOVIESIPUMPPU_VIRHE	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	KIERTOVIESIPUMPUSSA VIKATILANNE		4
PLC_PRG.SUODATINTUKOS	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	SUODATIN LIKAINEN		5
PLC_PRG.PELTI_VIRHE	DIG=1	HALYTYSLISTA1	0	TULO- TAI POISTOILMAPELTISSÄ VIKATILANNE		6

Kuva 83. Hälytykset

### 6.3.3 Hälytyksien linkittäminen visualisointiin

Hälytyksien lisääminen visualisointiin tapahtuu hälytyslistan ominaisuuksista. Sieltä valitaan välilehti *Alarm table*. Kohdasta *Change alarm group* valitaan *All alarm groups*. Kohtaan *Selected alarm class* lisätään äsken tekemämme hälytysluokka, joka pitää sisällään tekemämme hälytysryhmän. (Kuva 84).

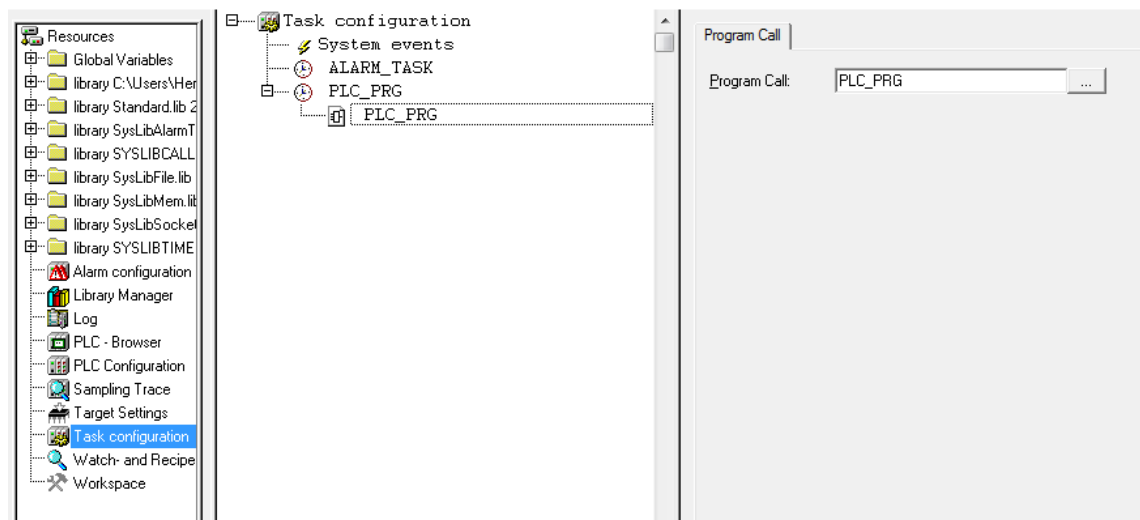


Kuva 84. Hälytyslistan lisääminen

#### 6.3.4 Hälytyslista kontrollerilla

Hälytyslistaa tehtäessä on huomioitava päivitysajat ohjelmistolle. Ilman päivitysaikojä hälytyslistan hälytykset toimivat normaalisti *simulation modessa*, mutta kontrollerissa hälytyslistan hälytykset eivät toimi. Tämä johtuu siitä, että lisätessä hälytyslistan, tulee sille automaattisesti oma Cyclic time eli päivitysaika tehtävälistalle. Ongelma tulee siitä, että ohjelma ei lisää automaattisesti tekemäämme PLC\_PRG ohjelmaa tehtävälistalle. Joten lisätessä tekemämme ohjelman tehtävälistalle ja laittamalla sille oma Cyclic time niin silloin alkaa hälytyksetkin toimia kontrollerin kautta.

Tämä tapahtuu *resources* valikon välilehdeltä *Task Configuration*. Uusi tehtävä saadaan painamalla *task configuration* kohtaa oikealla painikkeella ja valitsemalla avautuvasta valikosta *append task*. Uusi tehtävä nimetään halutunlaiseksi ja sitä painamalla hiiren oikealla painikkeella avautuu valikko, josta valitaan *Append program call*. Uuteen ohjelma kohtaan lisätään hakemistosta PLC\_PRG. Halutun päivityskierros ajan saa lisätyä valitsemalla tehtävän ja laittamalla halutun ajan kohtaan *Interval*. Hälytyslistan tehtävän päivitys kierrokseksi laitoin 50ms ja ohjelman päivitys kierrokseksi 200ms. (Kuva 85).



Kuva 85. Tehtävälista

## 7 KNX- VÄYLÄÄN LIITTÄMINEN TP1- MODULEN KAUTTA

### 7.1 Konfigurointi

Käyttöliittymän nettisivuilla on valikko KNX ja sieltä löytää tarpeelliset IP- osoitteet sekä muutama ruksi valinta, jotka ovat todella tärkeitä toimivuuden kannalta. Käyttöliittymässä on aina valmiina ruksi kohdassa *Enable KNXnet/IP Router*. Se tulee ottaa pois, sillä liitymme KNX- väylään TP1- Modulen (753–646) kautta. Tämän jälkeen kontrolleri tulee käynnistää uudelleen, jotta muutokset tulevat voimaan. (Kuva 86).

KNX IP Controller address configuration	
Router address:	1.1.1
Router tunneling address:	15.15.255
KNX IP Device address:	15.15.254

KNXnet/IP Router KNX IP Device Configuration	
Enable transmission limit for IP ⇌ TP routers	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable KNXnet/IP Router	<input type="checkbox"/>
Non-adaptive terminal bus speed	<input type="checkbox"/>

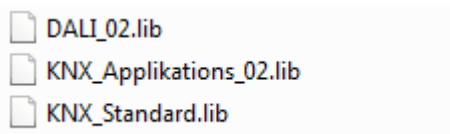
  

UNDO
SUBMIT

Kuva 86. KNX käyttöliittymässä

## 7.2 Ohjelmointi

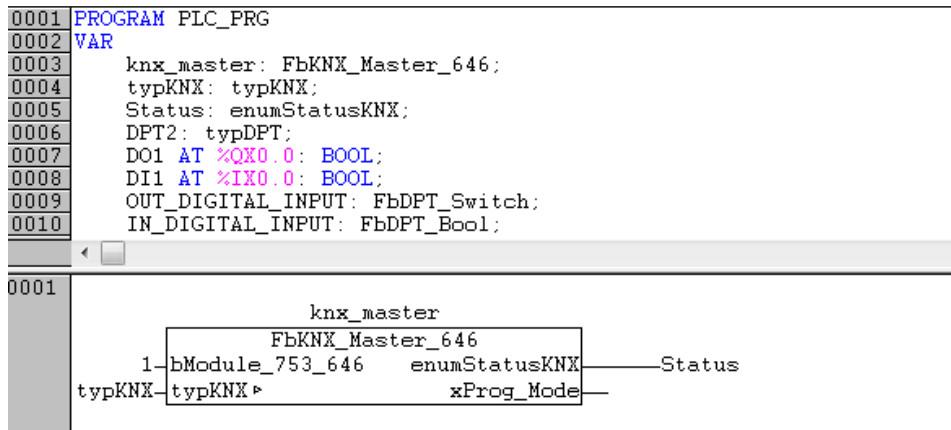
Codesys ohjelman liittäminen KNX- Väylään tapahtuu tavallaan kahdessa osassa, sillä ensiksi tarvitsee tehdä ohjelma millä otetaan yhteys KNX -väylään ja sen jälkeen lisää ohjelmalohkoja, jotka sisältävät KNX- muuttujia. Ohjelmointiin tarvitsee kuvasa(). olevia KNX kirjastoja, jotka löytyvät Wagon nettisivuilta. (Kuva 87).



Kuva 87. Tarvittavat KNX- kirjastot

TP1 Module tulee määrittää ohjelman kokoonpanoon. Ohje siihen löytyy kohdasta 5.5.2. Yhteys ohjelmaa tehtäessä on tärkeää muistaa laittaa muuttujien tyypit oikeanlaisiksi. Muuttujien tyypit tulee hakea KNX kirjastoista. (Kuva 88).

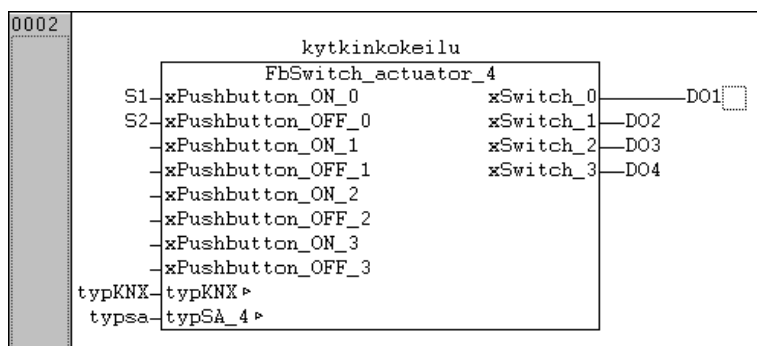




Kuva 88. KNX- yhteys ohjelmaloikko

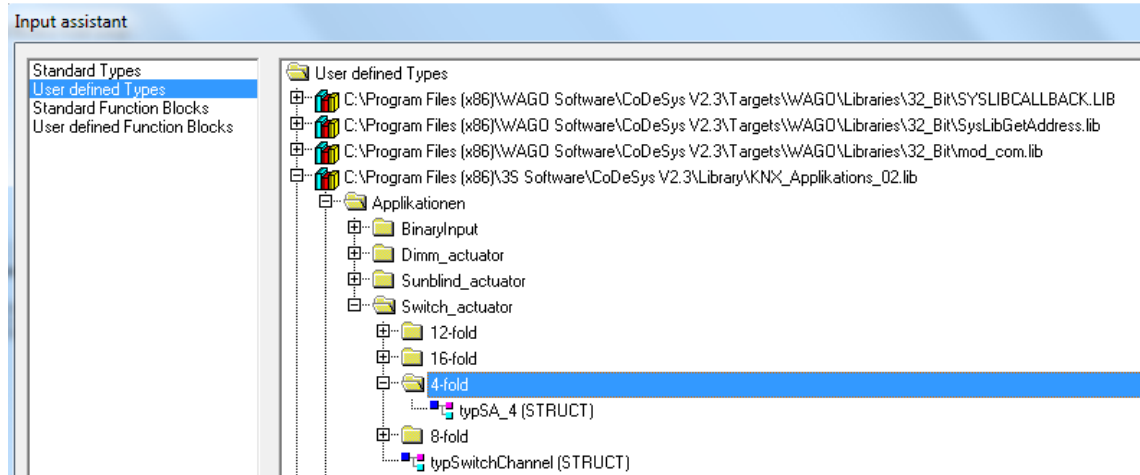
Yhteys ohjelmaloikon teon jälkeen tehdään KNX -ohjelmaloikkoja. Valmiit ohjelmaloikat löytyvät *KNX applikations* kirjastosta. Kirjastossa on monenlaisia ohjauksia ja olen valinnut esimerkki ohjelmaloikoksi neljä lähtöä sisältävän painonappi ohjelman. Tavallisessa ohjelmoinnissa tehtäisiin muuttujia tulo puolelle, mutta KNX -ohjelmissa sitä ei tarvitse, koska muuttujat ovat ohjelmaloikon sisässä mikä sitten viedään ETS4 ohjelmoitavaksi. Rinnakkaisohjausta käytettäessä, eli kun käytetään KNX -kytkimiä sekä ohjausta esim. tabletilla niin silloin ohjelmaloikon tulopuolelle laitetaan muuttujat, joilla ohjelmaloikkoa ohjataan webvisuaalilla. Lähdöt lisätään kontrollerin kokoonpanoon ja ne kirjoitetaan ohjelmaloikon lähdöiksi. Ohjelmaloikossa on neljä digitaalista lähtöä. Tarvittaessa KNX -kytkimellä voidaan ohjata jonkun muun ohjelmaloikon tuloa. Silloin tehdään tavallinen muuttuja ja linkitetään se ohjattavaan ohjelmaloikoon.

Kuvassa 89. olevalla ohjelmaloikolla ohjataan KNX -kytkimellä neljää digitaalista lähtöä. Lähtöä yksi voidaan myös ohjata ohjelmallisilla muuttujilla S1 ja S2. Jokainen KNX -ohjelmaloikko tulee linkittää toisiinsa yhteys ohjelmaan *typKNX* tulon avulla.



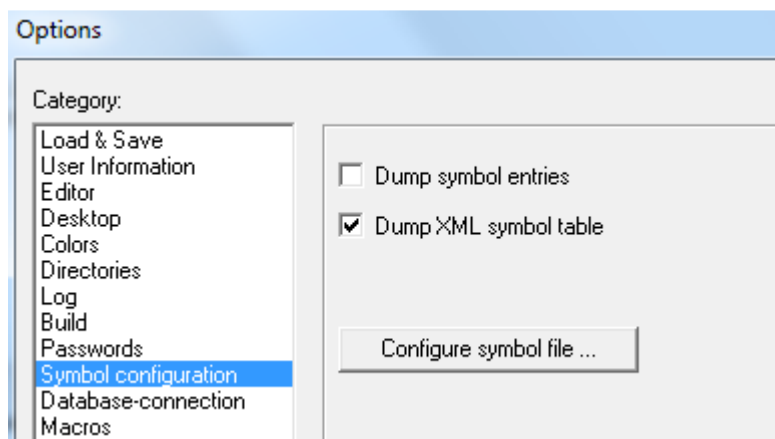
Kuva 89. KNX -ohjelmaloikko

Tulo *typSA\_4* tarvitaan ohjelmaloikhon määrittämiseen. Tulon nimeämisen jälkeen tulee kirjastosta etsiä kyseisen ohjelmaloikhon *structure* eli rakenne. Rakenne kirjasto löytyy *User defined Types* valikosta. (Kuva 90).



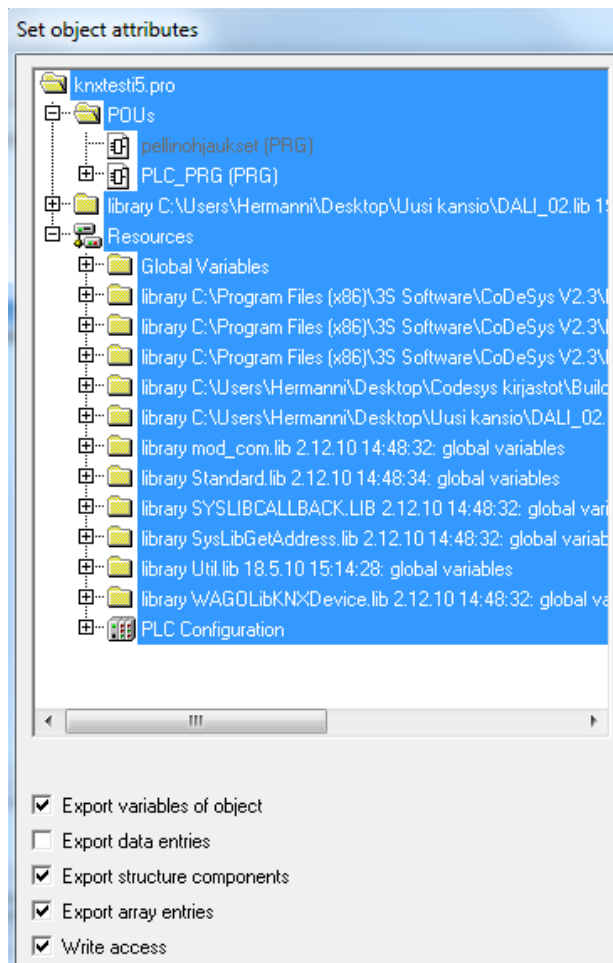
Kuva 90. Rakenne kirjastot

KNX – ohjelmaloikhon symbolitiedostot tulee ladata ulos Codesys ohjelmasta, jotta ne saadaan vietyä ETS4 ohjelmointiin. Kyseinen toiminto löytyy *project* ja avautuvasta valikosta painetaan *options*. Aukeaa ikkuna, josta mennään kohtaan *symbol configuration* ja siellä tulee laittaa ruksi kuvassa 91. olevaan kohtaan.



Kuva 91. Symbol configuration

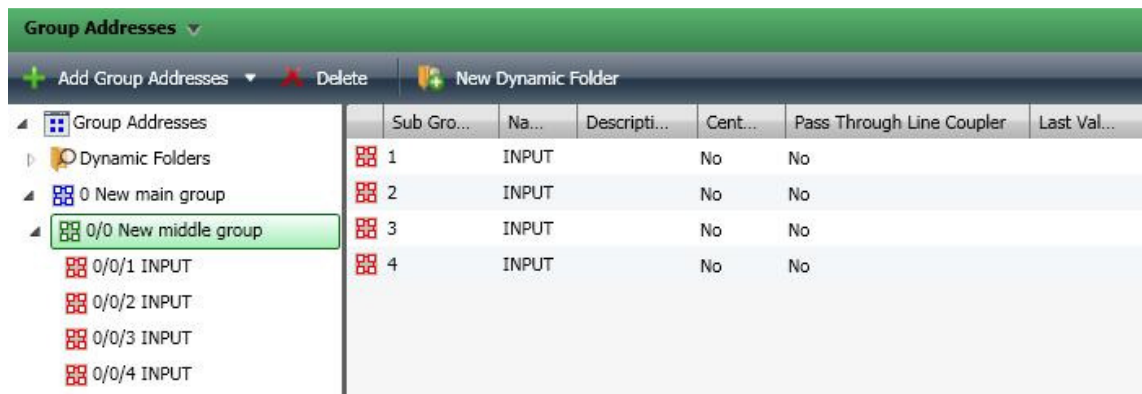
Painettaessa *Configure symbol file* avautuu ikkuna josta valitaan kaikki ja laitetaan ruksi kuvassa 92. oleviin kohtiin. On tärkeää huomioida, että kaikki ruksit ovat tummina kun ne on valittuna ja painettaessa OK painiketta.



Kuva 92. Symboli valinnat

KNX – yhteyteen tarvittavat ohjelmoinnit on nyt suoritettu ja ohjelman voi ladata kontrollerille. Symbolien tuontitiedoston löytää tallennetun projektin kansioista. Tiedostotyyppinä on SYM\_XML. Tämä tiedosto vietään ETS4 ohjelmistoon.

Uutta ETS4 projektia luotaessa ensiksi tuodaan database, josta löytyy Pluginit KNX yhteys vaihtoehtoon. Database haetaan ETS4 ohjelman luettelo välilehdeltä. Database löytyy Wagon nettisivuilta. Tiedoston nimi on KNXTP1-Klemme vd4. Tämän jälkeen avataan projekti ja aloitetaan lisäämällä *Group Addresses*. Näihin osoitteisiin linkitetään Codesys:llä tehdyt KNX – ohjelmamuuttujat. Osoitteet ovat nimetty inputeiksi. (Kuva 93).



Kuva 93. Osoitteiden syöttäminen

Osoitteiden jälkeen lisätään ohjelmaan rakennus (Kuvassa 94), jonka yhteen mahdollisista huoneista lisätään Wagon KNX TP1- Module laite, jonka kautta väylä kulkee. Painamalla *Add Devices* ohjelma avaa *Catalogs* välilehden, josta etsitään tuotu tuote TP1-Module (Kuva 95).



Kuva 94. Rakennuksen lisäys

WAGO Kontakttechnik	TP1-Module	TP1-Module 753-646	TP1-Module
WAGO Kontakttechnik	IP-Router	IP-Router 750-849 & 753-646	IP-Router
WAGO Kontakttechnik	IP-Controller	IP-Controller 750-849	IP-Controller

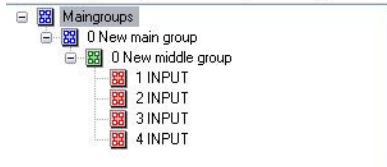
Kuva 95. Wagolaitteet

Laitteen löydyttyä valitaan se ja painetaan *install plugin* painiketta. Ohjelma asentaa laitteen asetukset koneelle ja sen jälkeen voidaan lisätä laite huoneeseen painamalla *Add*.

Tämän jälkeen laite ilmestyy huoneen alavalikkoon. Valitaan laite ja sen jälkeen painetaan *Edit parameters*. Ohjelma pyytää lataamaan symbolitiedoston ohjelmaan, joka tehdään Codesys:llä. Ladataan tiedosto ja aukeaa kokonaan uusi ohjelmaruutu, josta näkee KNX -ohjelmalohkojen muuttujat sekä ETS4 ohjelmaan tehdyt osoitteet. Halutut muuttujat vedetään osoitteisiin, *drag and drop* tyylillä. Ohjelma linkittää muuttujat osoittei-

siin. Tämän jälkeen voi sulkea ikkunan ja palata ETS4 ohjelmassa *Building* välilehteen. (Kuva 96).

List of network variables					
No.	Name	Type	Send ...	Read ...	Timeout
1	PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Central_ON_OFF	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
2	PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Switch[0]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
3	PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Switch[1]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
4	PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Switch[2]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
5	PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Switch[3]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
6	PLC_PRG.kytinkokeilu.OUT_Feedback[0]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
7	PLC_PRG.kytinkokeilu.OUT_Feedback[1]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
8	PLC_PRG.kytinkokeilu.OUT_Feedback[2]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.
9	PLC_PRG.kytinkokeilu.OUT_Feedback[3]	DPT_Switch	Off	Off	0 sec.



Kuva 96. Codesys KNX -muuttujat

Building välilehdellä lisätään uusi laite haluttuun huoneeseen. Jälleen aukeaa Catalogs välilehti, johon tulee tuoda kytkimen tuotetiedot. Tuominen tapahtuu *Import..* painikkeesta. Tuotetietokannat löytyvät valmistajien sivuilta. Esimerkissä käytämme Schneider Electricin valmistamaa neljä painikkeista KNX -kytkintä. Kytkimestä löytyy koodi, jolla on helppo etsiä haluttu tuote. KNX -kytkin lisätään huoneeseen valitsemalla tuote ja painamalla *Add*. (Kuva 97).

t from online catalog...			Install Plug-in	wde002935
Manufacturer	Name	Description		
Schneider Electric Industries SA	Push-button 4-gang plus	WDE002935		

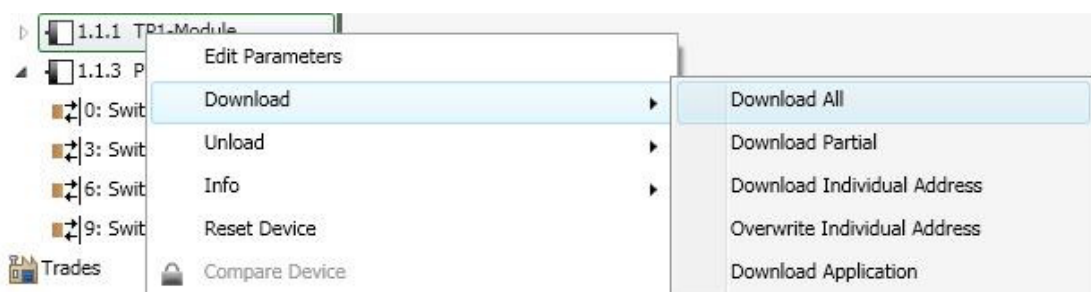
Kuva 97. KNX – kytkimen lisääminen

KNX -kytkimen muuttujat saadaan esille *Building* välilehdestä. Avataan myös *Group Addresses* välilehti samaan ikkunaan ja sen jälkeen vedetään KNX -kytkimen muuttujat haluttuihin osoitteisiin, joihin laitettiin KNX- ohjelmalohko muuttujat. (Kuva 98).

Building			Group Addresses	
			Add Main Groups	Delete
Name	Description	Number		
New building				
			Group Addresses	Object
			Dynamic Folders	0: PLC_PRG.kytinkokeilu.IN_Switch[0] -
			0 New main group	0: Switch object A - Push-button 1
			0/0 New middle group	
			0/0/1 INPUT	
			0/0/2 INPUT	
			0/0/3 INPUT	
			0/0/4 INPUT	

Kuva 98. Linkittäminen

Ohjelmointi on nyt valmis, joten viimeiseksi tulee ladata laitteet kontrollerille. Ensiksi ladataan TP1- Modulen tiedot kontrollerille *download all* kohdasta. ETS4 pyytää latausvaiheessa painamaan laitteen ohjelmointi painiketta mikä löytyy TP1 – Modulesta liittimistä kolme ja neljä. Nämä liittimet kun pistää hetkeksi yhteen johtimella, laite siirtyy ohjelmointi tilaan. Latauksen suoriuduttua ladataan vielä KNX – kytkimen tiedot kontrollerille. ETS4 pyytää painamaan kytkimessä olevaa ohjelmointi painiketta. Laitteiden latauduttua kontrollerille voidaan sulkea ETS4 ja alkaa käyttää asennettuja laitteita. (Kuva 99).



Kuva 99. Laitteiden lataus

## 8 POHDINTA

Lopputuloksena opinnäytetyöstä Proput Oy sai kattavan tietopaketin Wago 750- sarjan ominaisuuksista, ilmastointikoneen toiminnasta ja vaatimuksista sekä ohjeen, jolla pystytään toteuttamaan tulevaisuudessa kiinteistöautomaatioon liittyvä projekti asiakkaalle käyttäen Wago 750- sarjan tuotteita. Myös KNX- väylän liittäminen laitteistoon onnistui ja antoi uuden ulottuvuuden laitteistolle. KNX- väylän liittämisestä oli itselleni paljon hyötyä, koska samalla joutui opiskelemaan ETS4 ohjelmointi ohjelmaa, mikä tulee olemaan tulevaisuudessa kovassa käytössä, kun KNX- väylä alkaa yleistyä erilaisissa kiinteistöissä.

Ohjelmointiosio antaa kattavan ohjeen ilmastointikoneen ohjelmoinnista käyttäen Codesys ohjelmointiohjelmaa. Ohjeesta voidaan poimia eri ilmastointikoneiden vaatimuksiin tarvittavat ohjelmalaatikot ja yhdistää ne toimivaksi ohjelmaksi. Ohjelmointia tukee ilmastointikoneen teoriaosuus, mikä pitää sisällään ilmastoinnin säädöksiä, ilmastointikoneen osien tehtäviä sekä ilmastointikoneen osien sijoituspaikat.

Kiinteistöautomaatiossa on isona osana etävalvonta, mikä toteutettiin tekemällä PC valvomo käyttäen Codesys ohjelman visualisointiosaa. Valvomoon pääsee käsiksi WLAN:in kautta, mikä testattiin työpaikan omassa verkossa. Tämä tarkoittaa sitä, että käytännössä Wago 750- sarjan laitetta voidaan ohjata esim. puhelimella tai tabletilla langattomasti. Kaupungin kohteissa laitteisto yhdistetään kaupungin omaan verkkoon kaapelilla ja tämän takia laitteistoa voidaan valvoa sekä ohjata PC valvomon kautta keskitetysti hallintotasolla konttorissa. PC valvomoon lisättiin tärkeimmät ominaisuudet liittyen ilmastointikoneen hallintaan ja valvontaan sekä hälytyslista, mikä antaa hälytyksen valvomon näytölle sekä kirjautuu hälytyslistaan.

Työ olisi ollut omalta kannaltani selkeämpi, jos olisi löytynyt määräajassa oikeanlainen projekti läpivietäväksi. Mutta aikataulusta johtuen sekä rajatakseni työtä päätimme työnantajan kanssa keskittyä ohjelmoimaan ja testaamaan ilmastointikoneeseen liittyviä tarpeellisia ominaisuuksia sekä toteamaan, että kaikki tarvittavat ominaisuudet osataan tehdä ja tämän takia olemme valmiita toteuttamaan oikean projektin tulevaisuudessa.

Yhteenvetona työstä saatiin tieto yritykselle, että Wago 750- sarjan tuotteilla pystytään tekemään toimiva ja monipuolinen kiinteistöautomaation alakeskus.

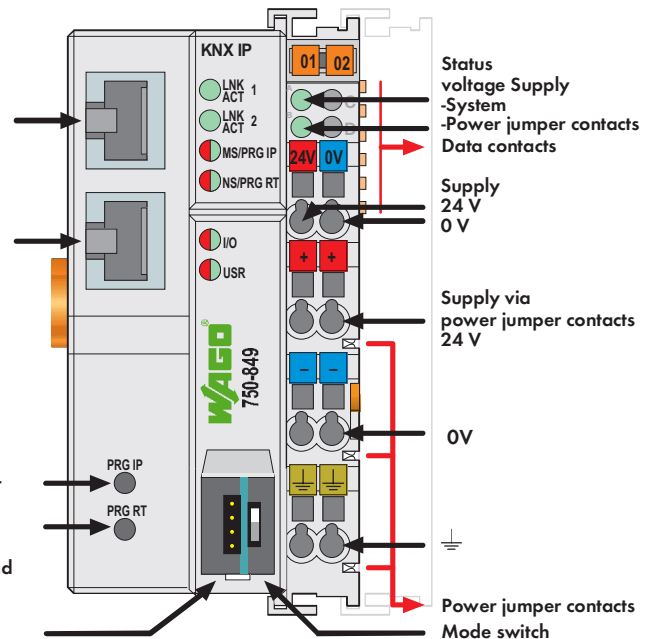
## LÄHTEET

1. [www.automaatioseura.fi](http://www.automaatioseura.fi)
2. Sähkötieto Ry. ST – käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy. 2012.
3. <http://knxfi.asiakkaat.sigmatic.fi>
4. [www.finlex.com](http://www.finlex.com) Ilmastointilaki D2
5. Sähkötieto Ry. ST- esimerkit 9. Rakennusautomaation mallikaaviot. Espoo: Sähköinfo Oy. 2002.
6. Harju, P. Ilmastointitekniikan oppikirja 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky. 2008.
7. Sähkötieto Ry. ST 711.13 Yleisiä rakennusautomaatiolaitteiden asennus- ja valintaohjeita. Espoo: Sähköinfo Oy. 2001.
8. Sähkötieto Ry. ST 721.01 Talotekniikan tietojärjestelmien käyttöliittymät. Espoo: Sähköinfo Oy. 2007
9. [http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng\\_dat/d07500849000en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng_dat/d07500849000en.pdf)
10. [http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng\\_dat/d040200e.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng_dat/d040200e.pdf)
11. [http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng\\_dat/d07500504\\_00000000\\_0en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/750/eng_dat/d07500504_00000000_0en.pdf)
12. [http://www.wago.com/wagoweb/documentation/753/eng\\_dat/d07530459\\_00000000\\_0en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/753/eng_dat/d07530459_00000000_0en.pdf)
13. [http://www.wago.com/wagoweb\\_china/public/750/eng\\_dat/d07500559\\_00000000\\_0en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb_china/public/750/eng_dat/d07500559_00000000_0en.pdf)
14. [www.wago.com/wagoweb/documentation/753/eng\\_dat/d07530646\\_00000000\\_0en.pdf](http://www.wago.com/wagoweb/documentation/753/eng_dat/d07530646_00000000_0en.pdf)
15. <http://www.wago.com/cps/rde/xchg/SID-624D0585B3AFB247/wago/style.xsl/fin-337.htm>



## KNX IP Programmable Fieldbus Controller

10/100 Mbit/s; digital and analog signals

Fieldbus  
connection  
RJ-45Fieldbus  
connection  
RJ-45Programming  
button for router  
modus and  
device modeConfiguration and  
programming  
interface  
(flap open)

The controller can include up to two logical KNX devices at the same time.

- In conjunction with the WAGO-I/O-SYSTEM, the KNX IP Controller can be used as a programmable application controller within the KNX IP network. The controller supports 750/753 Series digital, analog and specialty modules. The controller facilitates data transmission rates of 10/100 Mbits/s. It is programmable in accordance with IEC 61131-3. KNX objects of any type (EIS/DPT) can be created using the programming tool. Libraries including ready-made function blocks are readily available on the WAGO Web site for programming. The controller supports a maximum of 253 communication objects, 254 group addresses and 254 associations. Supported DPTs: All (acc. to KNX standard 03\_07\_02 Datapoint Types V1.0).
- Combined with the KNX/EIB/TP1 module, the KNX IP Controller 750-849 can be operated as router on an IP backbone (Ethernet). No IEC application is required for the router functionality.



Both devices are commissioned and configured in the ETS3 using the WAGO product database. The software includes a plug-in that automatically installs and opens for configuration.

The KNX IP Controller features an integrated 2-port 10/100 Mbits/s switch and allows easy line structure creation without requiring additional network components. The maximum number of controllers that can be wired in series is 20.

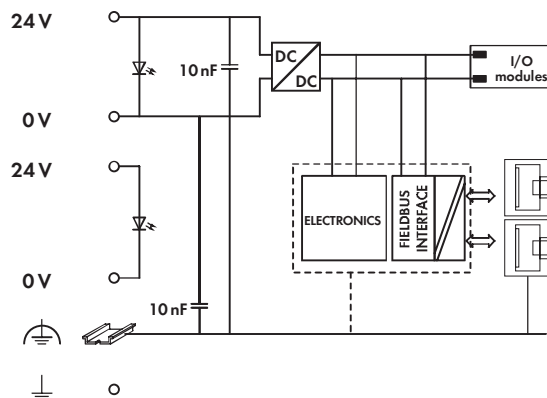
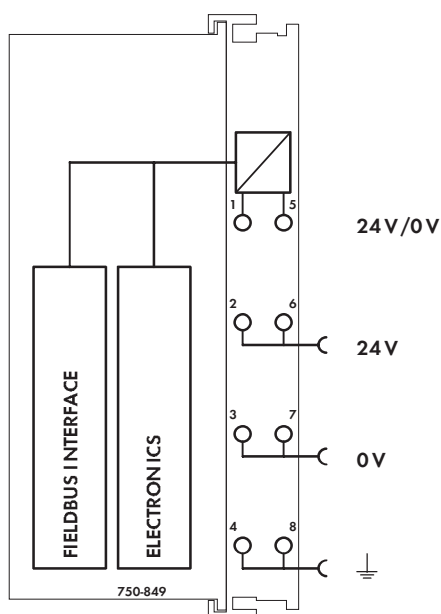
An internal server is available for Web-based applications.

The controller has 512 KB program memory, 256 KB data memory and 24 KB retentive memory. It is capable of multitasking, has a battery-backed, real-time clock and is based on a 32-bit CPU. The controller offers many different application protocols for control tasks (Modbus, KNXnet/IP), as well as for system management and diagnostics (HTTP, BootP, DHCP, DNS, AutoIP, SNMP, FTP, SMTP and SMTP).

The number of KNX/EIB/TP1 modules (753-646) that are supported by the KNX IP Controller does not depend on the application.

Description	Item No.	Pack. Unit
KNX IP Controller	750-849	1
<b>Accessories</b>		
<b>Miniature WSB Quick marking system</b>		
 plain	248-501	5
with marking	see pages 304 ... 305	
WAGO ETS3 plug-in (included in WAGO ETS3 product database)		
Download: <a href="http://www.wago.com: Service - Downloads - Building Automation - ETS3 - Product Database">www.wago.com: Service - Downloads - Building Automation - ETS3 - Product Database</a>		
<b>Approvals</b>		
Conformity marking	CE	
UL 508	see "Approvals Overview" in section 1	
Shipbuilding	see "Approvals Overview" in section 1	
KNX certified	 IP controller: 61/8316/08 IP router: 61/8317/08	

System Data	
No. of controllers	limited by network topology
Transmission medium	S-UTP 100 Ω Cat 5
Max. length of fieldbus segment	100 m limited by IEEE 802.3
Max. length of network	≤ 2000 m; max. 20 controllers in series
Baud rate	10/100 Mbit/s
Buscoupler connection	2 x RJ-45 (linked via 2-port switch)
Protocols	KNXnet/IP, MODBUS/TCP (UDP), HTTP, BootP, DHCP, DNS, AutoIP, SNMP, FTP, SNMP V3, SMTP
Programming	WAGO-I/O-PRO CAA
IEC 61131-3	IL, LD, FBD (CFC), ST, FC
KNX-specific	
KNX/TP1 bus specification	1.0
Commissioning (KNX side)	with ETS3 plug-in, 2 programming buttons
<b>Device mode:</b>	
Number of communication objects	253
Number of group addresses	254
Number of associations	254
Supported DPTs	All ( *acc. to KNX Specification 03_07_02 Data Point Types V 1.0)
Max. number of logical KNX devices, simultaneous	2;
	1. device,
	2. router (with 1. KNX/EIB/TP1 module)



## Technical Data

Number of I/O modules	64
with bus extension	250
Configuration	via PC
Program memory	512 Kbytes
Data memory	256 Kbytes
Non-volatile memory (retain)	24 Kbytes (16 Kbytes retain, 8 Kbytes flag)
Voltage supply	24 V DC (-25 % ... +30 %)
Max. input current (24 V)	500 mA
Efficiency of the power supply	87 %
Internal current consumption (5 V)	300 mA
Total current for I/O modules (5 V)	1700 mA
Isolation	500 V system/supply
Voltage via power jumper contacts	24 V DC (-25 % ... +30 %)
Current via power jumper contacts (max.)	10 A DC
<b>Fieldbus (Modbus/TCP):</b>	
Max. input process image	2 Kbytes
Max. output process image	2 Kbytes
Max. input variables	512 bytes
Max. output variables	512 bytes

## General Specifications

Operating temperature	0 °C ... +55 °C
Wire connection	CAGE CLAMP®
Cross sections	0.08 mm² ... 2.5 mm² / AWG 28 ... 14
Stripped lengths	8 ... 9 mm / 0.33 in
Dimensions (mm) W x H x L	51 x 65 x 100
	Height from upper-edge of DIN 35 rail
Weight	9.1 g
Storage temperature	-25 °C ... +85 °C
Relative air humidity (no condensation)	95 %
Vibration resistance	acc. to IEC 60068-2-6
Shock resistance	acc. to IEC 60068-2-27
Degree of protection	IP20
EMC <b>C</b> Immunity to interference	acc. to EN 61000-6-2 (2005)
EMC <b>C</b> Emission of interference	acc. to EN 61000-6-3 (2007)
EMC marine applications - Immunity to interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)
EMC marine applications - Emission of interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)

# 4-Channel Digital Input Module DC 24 V

2- to 3-conductor connection; high-side switching

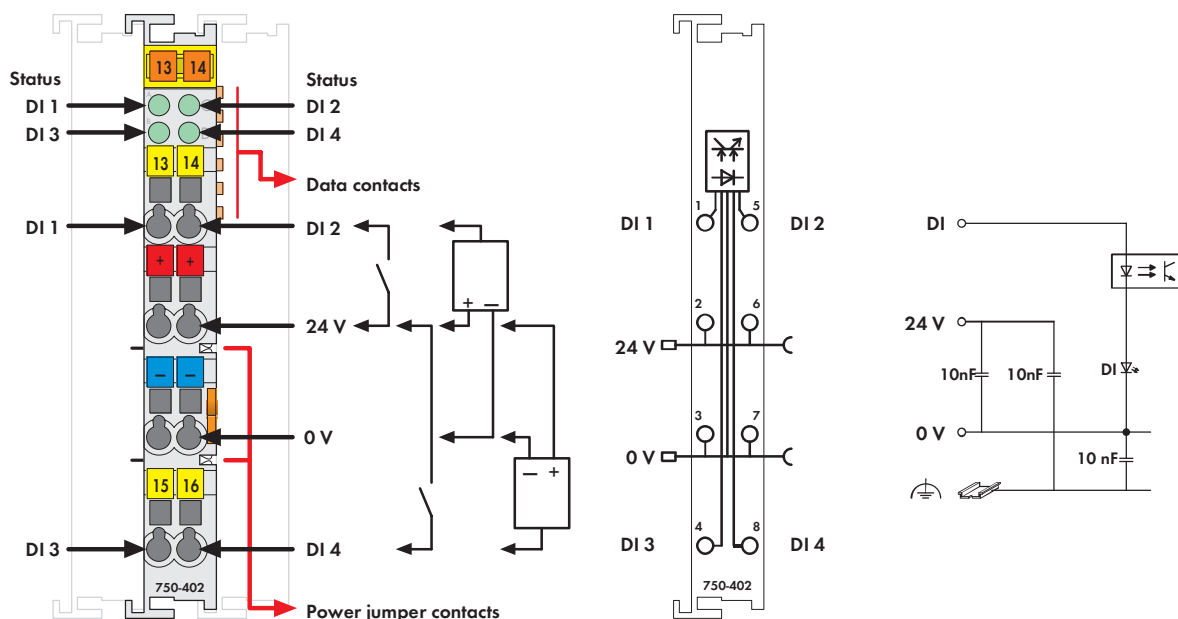




Fig. Series 750 / Technical data see page 28 / Delivery without Mini WSB marker  
Series 750 / 753 marking see pages 16 ... 17 / 18 ... 19

The digital input modules receive the control signal from digital field devices (sensors, etc.).

Each input module has a noise-rejection filter. This filter is available with different time constants.

An optocoupler is used for electrical isolation between the bus and the field side.

Description	Item no.	Pack. unit	
4DI 24V DC 3.0ms	750-402	10 <sup>1)</sup>	
4DI 24V DC 0.2ms	750-403	10 <sup>1)</sup>	
4DI 24V DC 3.0ms	750-402/025-000	1	
(Operating temperature -20 °C ... +60 °C)			
4DI 24V DC 3.0ms (without connector)	753-402	10 <sup>1)</sup>	
4DI 24V DC 0.2ms (without connector)	753-403	10 <sup>1)</sup>	
1) Also available individually			
Accessories	Item no.	Pack. unit	
	753 Series connector	753-110	25
	Coding elements	753-150	100
	Miniature WSB quick marking system,		
	plain	248-501	5
	with marking	see pages 256 ... 257	
Approvals			
Series 750 and 753			
UL 508			
Conformity marking		CE	
ANSI/ISA 12.12.01		Class I, Div. 2, Grp. ABCD, T4	
Series 750			
EN 60079-15		I M2 / II 3 GD Ex nA IIC T4	
Marine applications		see "Approvals Overview" in section 1	

Technical Data	
No. of inputs	4
Current consumption (internal)	7.5 mA
Voltage via power jumper contacts	DC 24 V (-25 % ... +30 %)
Signal voltage (0)	DC -3 V ... +5 V
Signal voltage (1)	DC 15 V ... 30 V
Input filter	3.0 ms (750-402 / 753-402) 0.2 ms (750-403 / 753-403)
Input current (typ.)	4.5 mA
Isolation	500 V system/supply
Internal bit width	4 bits
Wire connection	CAGE CLAMP®
Cross sections	0.08 mm² ... 2.5 mm² / AWG 28 ... 14
Stripped lengths (750 / 753 Series)	8 ... 9 mm / 0.33 in 9 ... 10 mm / 0.37 in
Width	12 mm
Weight	48.5 g
EMC CE-Immunity to interference	acc. to EN 61000-6-2 (2001)
EMC CE-Emission of interference	acc. to EN 61000-6-3 (2001)
EMC marine applications - Immunity to interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)
EMC marine applications - Emission of interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)

# 4-Channel Digital Output Module 24 V DC

Short-circuit protected; high-side switching

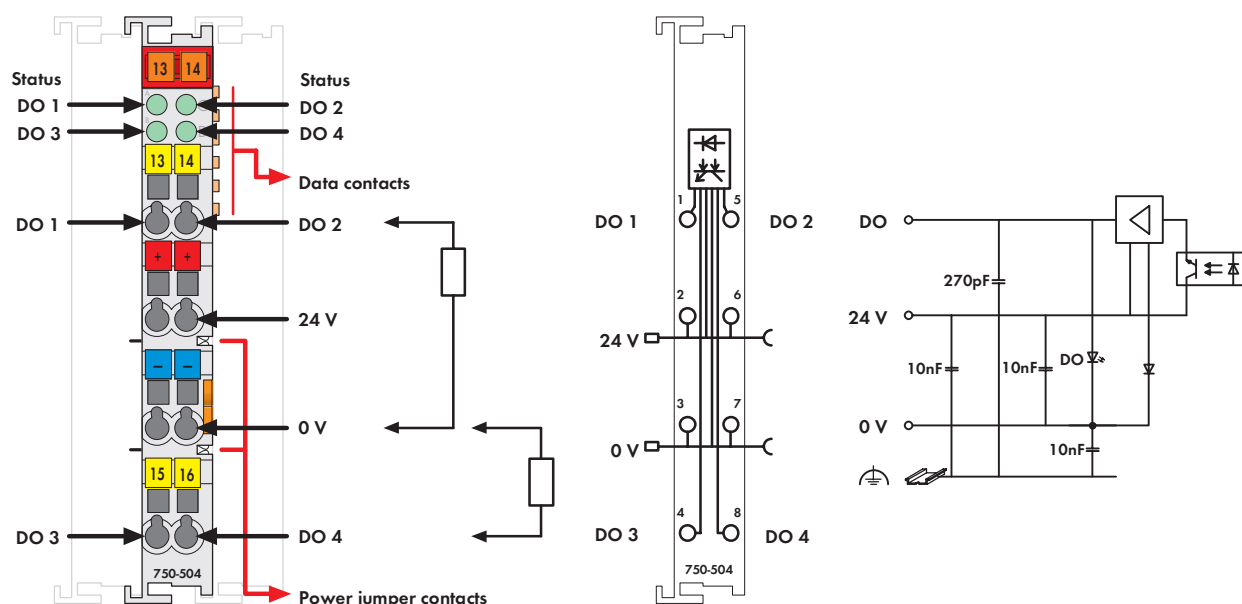



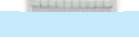


Fig. 750 Series/Technical data see page 24/Delivered without miniature WSB markers  
750/753 Series marking see pages 10 ... 11 / 12 ... 13

The connected load is switched via the digital output from the control system.

All outputs are electronically short-circuit-protected.

Each output is electrically isolated from the bus by use of optocouplers.

Description	Item No.	Pack. Unit
4DO 24V DC 0.5A	750-504	1 <sup>1)</sup>
4DO 24V DC 0.5A/R*	750-504/000-800	1
4DO 24V DC 0.5A/T	750-504/025-000	1
(Operating temperature -20 °C ... +60 °C)		
4DO 24V DC 0.5A/T/R*	750-504/025-800	1
(Operating temperature -20 °C ... +60 °C)		
4DO 24V DC 0.5A (without connector)	753-504	1
* /R: Interference-free for safety function applications (see manual)		
<sup>1)</sup> Also available individually		
Accessories	Item No.	Pack. Unit
 753 Series Connectors	753-110	25
 Coding elements	753-150	100
<b>Miniature WSB Quick marking system</b>		
 plain	248-501	5
 with marking	see pages 352 ... 353	
Approvals	Also see "Approvals Overview" in Section 1	
Conformity marking	CE	
Shipbuilding (versions upon request)	ABS, BV, DNV, GL, KR, LR*, NKK*, PRS*, RINA*	
	*753 Series, pending	
UL 508		
ANSI/ISA 12.12.01	Class I, Div. 2, Grp. ABCD, T4	75x-504, 750-504/000-800
EN 60079-0, -15	I M2 / II 3 GD Ex nA IIC T4	75x-504, 750-504/000-800
EN 61241-0, -1		

Technical Data	
No. of outputs	4
Current consumption (internal)	10 mA
Voltage via power jumper contacts	24 V DC (-25 % ... +30 %)
Type of load	resistive, inductive, lamps
Max. switching frequency	1 kHz
Output current (max.)	0.5 A, short-circuit protected
Inductive load switch off energy	
dissipation W (max.)	0.3 J; $L_{max} = 2 \times W_{max} / I^2$
Current consumption typ. (field side)	15 mA / module + charge
Isolation	500 V system/supply
Internal bit width	4 bits
Wire connection	CAGE CLAMP®
Cross sections	0.08 mm² ... 2.5 mm² / AWG 28 ... 14
Stripped lengths, 750/753 Series	8 ... 9 mm / 0.33 in
	9 ... 10 mm / 0.37 in
Width	12 mm
Weight	49.5 g
EMC: CE - immunity to interference	acc. to EN 60000-6-2 (2005)
EMC: CE - emission of interference	acc. to EN 61000-6-4 (2007)
EMC: marine applications	
- immunity to interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)
EMC: marine applications	
- emission of interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)

# 4-Channel Analog Input Module $\pm 10$ V/0-10 V

Single-ended (S.E.)

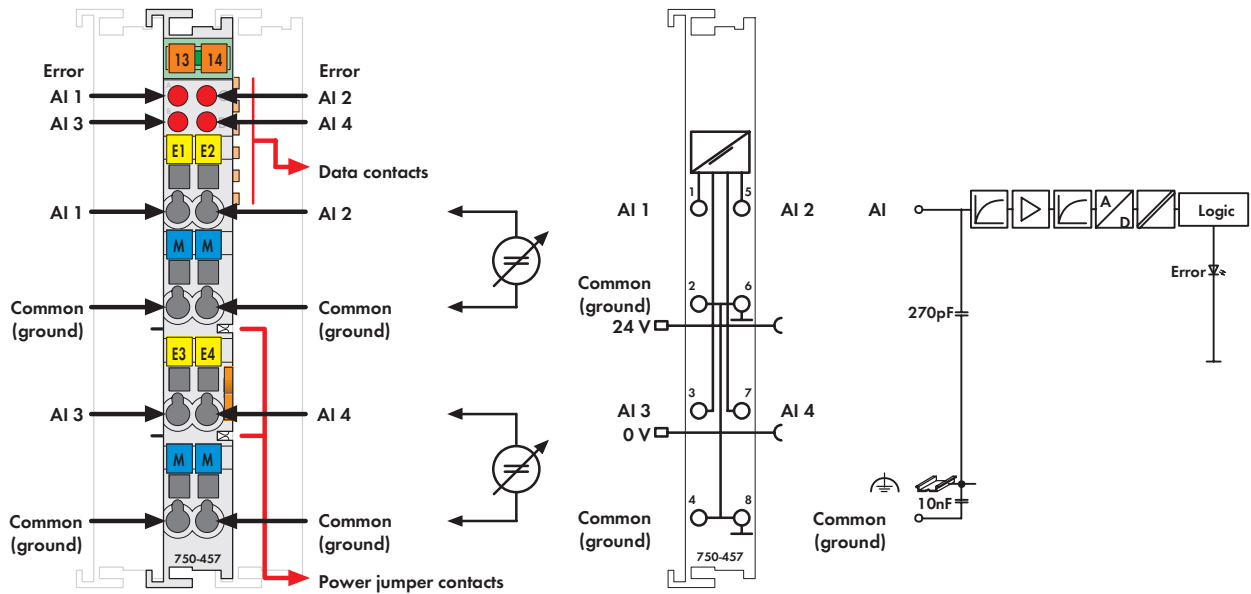




Fig. 750 Series/Technical data see page 24/Delivered without miniature WSB markers  
750/753 Series marking see pages 10 ... 11 / 12 ... 13

The analog input module processes signals of a standard magnitude  $\pm 10$ V.

The input signal is electrically isolated and is transmitted with a resolution of 12 bits.

The internal system supply powers the module.

The input channels of the module have one common ground potential.

Description	Item No.	Pack. Unit
4AI $\pm 10$ V DC S.E.	750-457	10 <sup>1)</sup>
4AI $\pm 10$ V DC S.E./T (Operating temperature -20 °C ... +60 °C)	750-457/025-000	1
4AI 0-10V DC S.E.	750-459	10 <sup>1)</sup>
4AI $\pm 10$ V DC S.E. (without connector)	753-457	10 <sup>1)</sup>
4AI 0-10V DC S.E. (without connector)	753-459	10 <sup>1)</sup>
<sup>1)</sup> Also available individually		
Accessories	Item No.	Pack. Unit
 753 Series Connectors	753-110	25
 Coding elements	753-150	100
<b>Miniature WSB Quick marking system</b>		
plain	248-501	5
with marking	see pages 352 ... 353	
Approvals	Also see "Approvals Overview" in Section 1	
Conformity marking	CE	
Shipbuilding (versions upon request)	ABS, BV, DNV, GL, KR, LR*, NKK*, PRS*, RINA* *753 Series, pending	
UL 508		
ANSI/ISA 12.12.01	Class I, Div. 2, Grp. ABCD, T4	75x-457, -459
EN 60079-0, -15	I M2 / II 3 GD Ex nA IIC T4	75x-457, -459
EN 61241-0, -1		

Technical Data	
Number of inputs	4
Power supply	via system voltage DC/DC
Current consumption (internal)	65 mA
Input voltage (max.)	$\pm 40$ V
Signal voltage	$\pm 10$ V (750-457, 753-457) 0 V ... 10 V (750-459, 753-459)
Input resistance	> 100k $\Omega$
Resolution	12 bits
Conversion time (typ.)	10 ms
Measuring error (25 °C)	$< \pm 0.2$ % of the full scale value
Temperature coefficient	$< \pm 0.01$ % / K of the full scale value
Isolation	500 V system/supply
Bit width	4 x 16 bits data 4 x 8 bits control/status (optional)
Wire connection	CAGE CLAMP®
Cross sections	0.08 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup> / AWG 28 ... 14
Stripped lengths, 750/753 Series	8 ... 9 mm / 0.33 in 9 ... 10 mm / 0.37 in
Width	12 mm
Weight	51 g
EMC: CE - immunity to interference	acc. to EN 61000-6-2 (2005)
EMC: CE - emission of interference	acc. to EN 61000-6-4 (2007)
EMC: marine applications	
- immunity to interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)
EMC: marine applications	
- emission of interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)

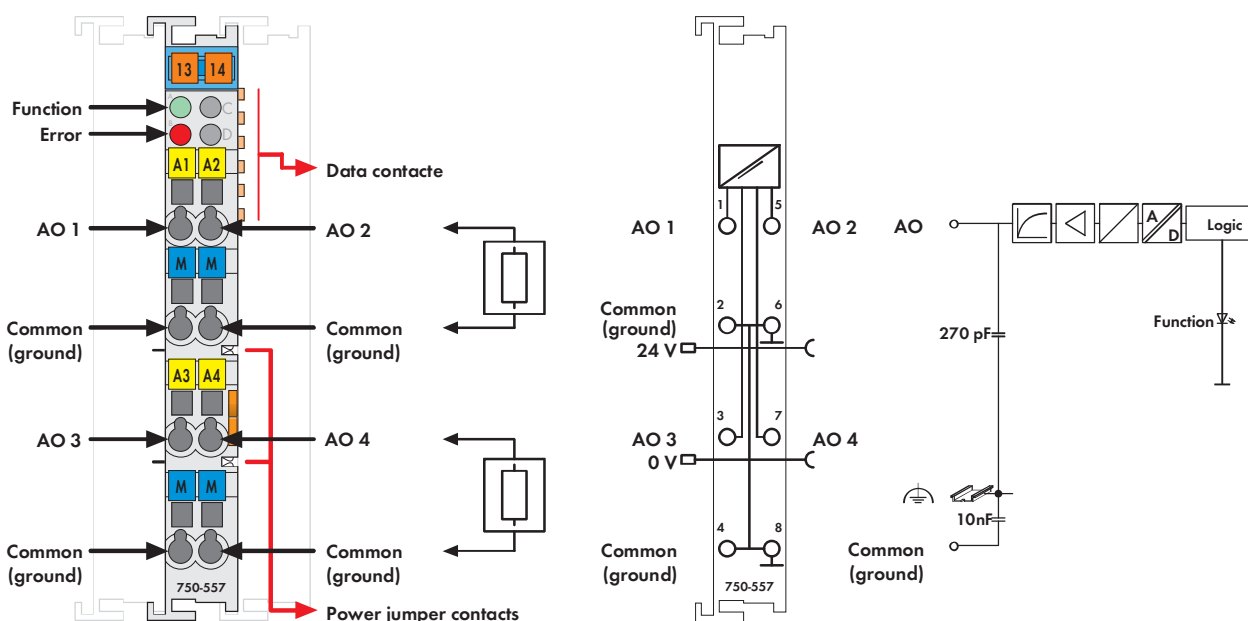
4-Channel Analog Output Module  $\pm 10\text{V}/0\text{-}10\text{ V}$ 







Fig. Series 750 / Technical data see page 28 / Delivery without Mini WSB marker  
 Series 750 / 753 marking see pages 16 ... 17 / 18 ... 19

The analog output module creates a standardized signal of  $\pm 10\text{ V}$  or  $0\text{-}10\text{ V}$ .

The output signal is electrically isolated and will be transmitted with a resolution of 12 bits.

The system voltage supply is used for the power supply of the module.

The output channels of the module have one common potential.

Description	Item no.	Pack. unit
4AO ± 10V DC	750-557	10 <sup>1)</sup>
4AO 0-10V DC	750-559	10 <sup>1)</sup>
4AO 0-10V DC/T	750-559/025-000	1
(Operating temperature -20 °C ... +60 °C)		
4AO ±10V DC (without connector)	753-557	10 <sup>1)</sup>
4AO 0-10V DC (without connector)	753-559	10 <sup>1)</sup>
1) Also available individually		
Accessories	Item no.	Pack. unit
 753 Series connector	753-110	25
 Coding elements	753-150	100
 Miniature WSB quick marking system, plain	248-501	5
with marking	see pages 256 ... 257	
Approvals		
Series 750 and 753		
Conformity marking	CE	
 UL 508		
 ANSI/ISA 12.12.01	Class I, Div. 2, Grp. ABCD, T4	
Series 750		
 EN 60079-15	I M2 / II 3 GD Ex nA IIC T4	
Marine applications	see "Approvals Overview" in section 1	

Technical Data	
No. of outputs	4
Current consumption max. (internal)	125 mA
Voltage supply	via system voltage DC/DC
Signal voltage	$\pm 10\text{ V}$ (750-557, 753-557) $0\text{ V} \dots 10\text{ V}$ (750-559, 753-559)
Load impedance	$> 5\text{ k}\Omega$
Resolution	12 bits
Conversion time (typ.)	10 ms
Output filter settle time typ.	100 ms
Measuring error (25 °C)	$< \pm 0.1\%$ of the full scale value
Temperature coefficient	$< \pm 0.01\%$ /K of the full scale value
Isolation	500 V system/supply
Bit width	4 x 16 bits data 4 x 8 bits control/status (option)
Wire connection	CAGE CLAMP®
Cross sections	0.08 mm <sup>2</sup> ... 2.5 mm <sup>2</sup> / AWG 28 ... 14
Stripped lengths (750 / 753 Series)	8 ... 9 mm / 0.33 in 9 ... 10 mm / 0.37 in
Width	12 mm
Weight	53.5 g
EMC CE-Immunity to interference	acc. to EN 50082-2 (1996)
EMC CE-Emission of interference	acc. to EN 50081-1 (1993)
EMC marine applications -	
Immunity to interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)
EMC marine applications -	
Emission of interference	acc. to Germanischer Lloyd (2003)



## Heat Exchanger Sequence Controller (Fb\_3SequenceHeatExchanger)

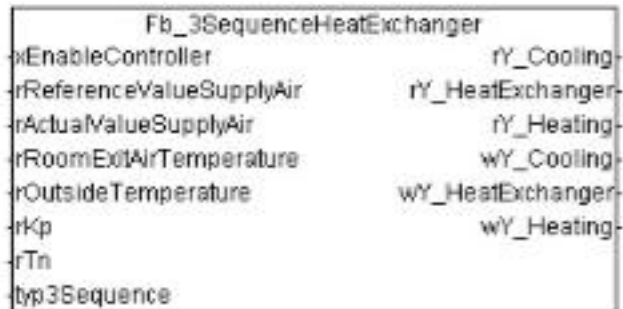
WAGO-I/O-PRO CAA Library Elements		
Category:	Building technology	
Name:	Fb_3SequenceHeatExchanger	
Type:	Function <input type="checkbox"/>	Function block <input checked="" type="checkbox"/> Program <input type="checkbox"/>
Name of the library:	Building_HVAC_01.lib	
Applicable to:	All programmable fieldbus controllers	
Input parameter:	Data type:	Comments:
xEnableController	BOOL	Switch on controller Default setting = TRUE
rReferenceValueSupplyAir	REAL	Reference value of supply air [°C] Default setting = 22
rActualValueSupplyAir	REAL	Actual value supply air [°C]
rRoomExitAirTemperature	REAL	Actual value room exhaust air [°C]
rOutsideTemperature	REAL	Actual value outside temperature [°C]
rKp	REAL	Proportional multiplier (P part) Default setting = 2
rTn	REAL	Reset time of the controller [s] Default setting = 300 s
typ3Sequence	typ3 Sequence	Sequence division of the controller output
rX1_Cooling	REAL	Min. manipulated variable cooling seq. [%] Default setting = 0 %
rX2_Cooling	REAL	Max. manipulated variable cooling seq. [%] Default setting = 25 %
rX1_HeatRecovery	REAL	Min. manipulated variable heat exchanger seq. [%] Default setting = 30 %
rX2_HeatRecovery	REAL	Max. manipulated variable heat exchanger seq. [%] Default setting = 55 %
rX1_Heating	REAL	Min. manipulated variable heating seq. [%] Default setting = 60 %
rX2_Heating	REAL	Max. manipulated variable heating seq. [%] Default setting = 100 %
Return value:	Data type:	Comments:
rY_Cooling	REAL	Manipulated variable cooling element [%] 0 % – 100 %
rY_HeatExchanger	REAL	Manipulated variable mixed air damper [%] 0 % – 100 % (fresh air)
rY_Heating	REAL	Manipulated variable heating element [%] 0 % – 100 %
wY_Cooling	WORD	Manipulated variable cooling element 0 – 32767



# Heat Exchanger Sequence Controller (Fb\_3SequenceHeatExchanger)

wY_HeatExchanger	WORD	Manipulated variable mixed air damper (fresh air) 0 – 32767
wY_Heating	WORD	Manipulated variable heating element 0 – 32767

## Graphical illustration:



## Sequence division:

